LECCIÓN PERMACULTURA

0

CAPTACIÓN USO Y
RECICLAJE DE AGUA

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

COLECCIÓN PERMACULTURA

Desgravación del curso de permacultura
Prof.: Antonio Urdiales Cano

www.permacultura.com.ar

info@permacultura.com.ar

Tel.: 011-4709-7675

ACLARACIÓN:
La palabra PERMACULTURA esta registrada. El autor de esta obra está autorizado a usarla.

DMDA 940856
Reproducción prohibida

COLECCIÓN PERMACULTURA

Captación, uso y reciclaje del agua

I-Agua de lluvia

En la Pampa Húmeda y el Litoral argentino, este servicio es el más fácil y barato en caso de salirse de la red. Bien podría ser el primer servicio a cortar. Con el ahorro en agua se puede ir juntando para cortar otros servicios que requieren más costo inicial. Estamos en una zona privilegiada donde las lluvias dan más de lo que podemos necesitar. En otras zonas con menos precipitaciones, es más caro usar esta agua por lo grande de la cisterna pero también es posible.

El agua de lluvia se puede usar para todo, con un tratamiento adecuado y a veces si él, es mejor que el agua de la red para lavar el pelo y la ropa, con esta no hace falta usar champú ni cremas de enjuague.

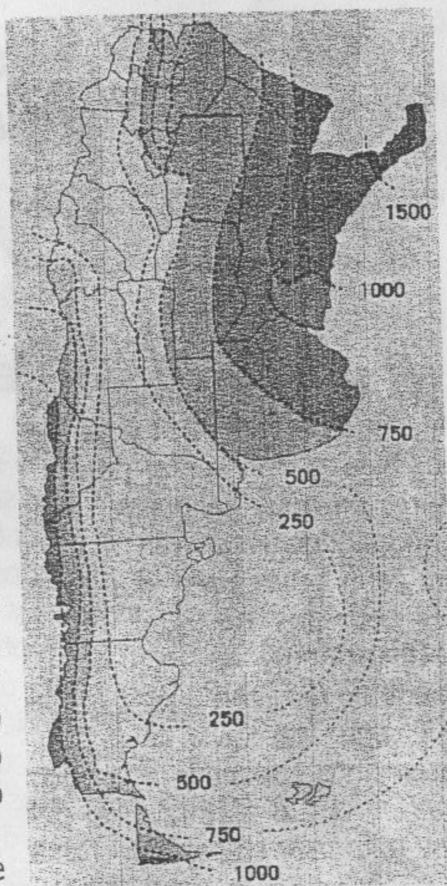
¿Cuánta agua?

Podemos tomar como base un consumo de 70 lts por día por persona, pero vamos a ser generosos haciendo los cálculos con 130 ltr/día.persona.

	Distribución	Cantidad de agua lts/día. persona	
		Min – Max	Promedio
Cuidad	En casas	70 – 250	140
	Contra incendio	25 – 70	40
Campo	En casas	-	-
	Contra incendio	25 – 70	40

Fuente: Manual Técnico del agua Degramont

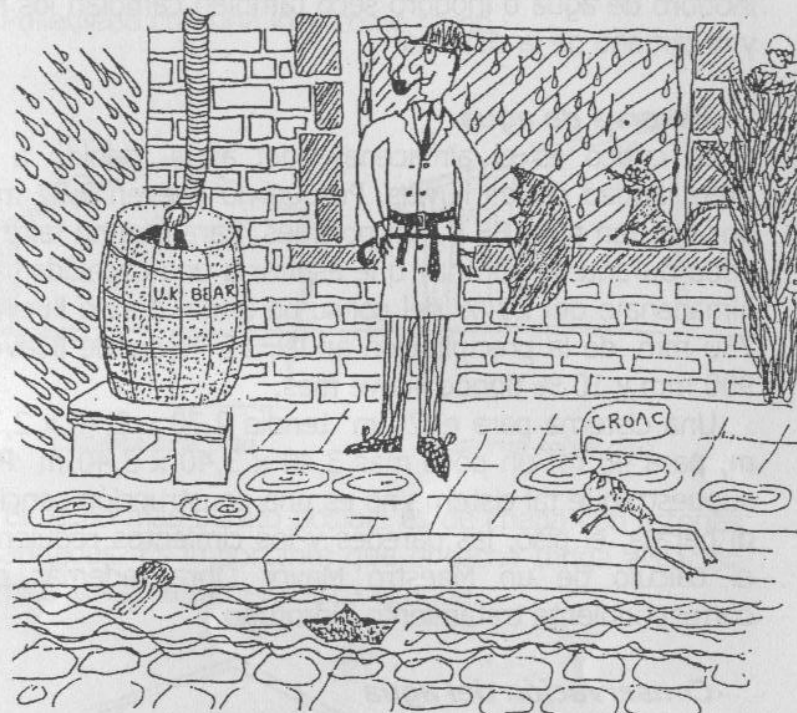
Si desagregamos las cantidades por ítem de consumo tendremos que para higiene personal, con una ducha diaria son 55, para lavado de ropa 15, para limpieza de vajilla 6, para beber y cocinar 4 y para el inodoro 50 litros.



Una persona común, en la ciudad, gasta por día aproximadamente **130 litros.** 70 lts son de agua fría y 60 de caliente, Si mezclamos, Fría y caliente, cambia esta proporción, pero para el cálculo energético da lo mismo.

Se observa que

solamente en el depósito del inodoro se escapa casi el 40 % del agua. Hecho curioso: la mayoría de la gente concibe este artefacto como algo irrelevante a pesar de ser el responsable de las mayores crisis de abastecimiento de agua en las ciudades.



Dibujo de Rubén Rabera

Si multiplicamos nuestro consumo diario familiar para cuatro miembros es de 520 litros, luego por 365 días obtendremos 189.800 litros, es decir, casi **200 metros cúbicos por año.**

Esta cantidad está asociada al promedio de precipitación anual. Si en el área de la Pampa Húmeda llueven **900 mm por año**, eso significa que se necesitan 222 metros cuadrados, de tejado y/o piso impermeable para una familia de 4 personas.

Si tenemos una casa con dos o más paños de tejado, como un galpón, un quincho, se pueden sumar a la colecta de agua.

Esta cantidad de m^2 está asociada al promedio de la Pampa Húmeda, si llueven 1500 mm o 500 mm, serán necesarias otras superficies diferentes. Si contamos con inodoro de agua o inodoro seco también cambian los m^2 y el tamaño de la cisterna.

Reserva de agua

Lo crítico es el almacenaje del agua, debido a la irregularidad de las lluvias. Porque no llueven 2,72 mm por día, tan poco 83.5 mm por mes. Para que no falte el agua durante el año hay que aspirar a una capacidad de almacenaje del 20 % del consumo anual donde llueven 750 mm, de la precipitación anual, 15 % donde llueven 900 mm y 10 % donde llueve más.

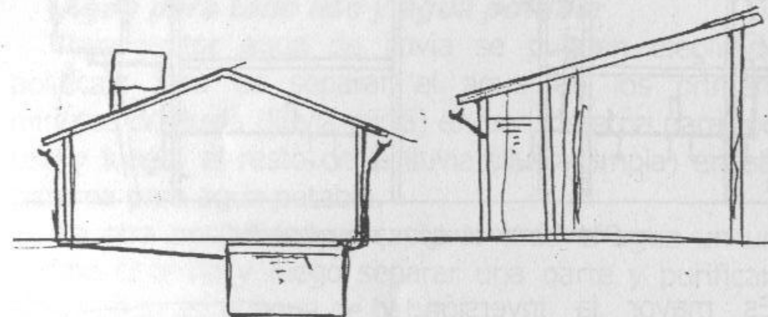
Una cisterna para el 20 m^3 tendía 2,70 x 2,70 x 2,70 m, para 40 m^3 un poco más 3,40 x 3,40 x 3,40 m Por supuesto que tal cisterna no es una construcción sencilla ni barata, el piso, las paredes y los cimientos requieren el cálculo de un Maestro Mayor Obra, además del correspondiente tratamiento hidrófugo.

Conservación del agua

Nada más sencillo de conservar que el agua y por tiempo indefinido. La única condición para que el agua se mantenga potable es mantenerla en la oscuridad y canto más tiempo se encuentre en esa condición, mejor agua será. Cuando tomamos agua de grandes profundidades de la tierra no sabemos cuantos años o siglos lleva ese agua allí, sin embargo, no hay duda de su calidad. Todo lo que necesitamos es un tanque o cisterna oscura. Lo ideal es mantener el agua lo más fresca posible.

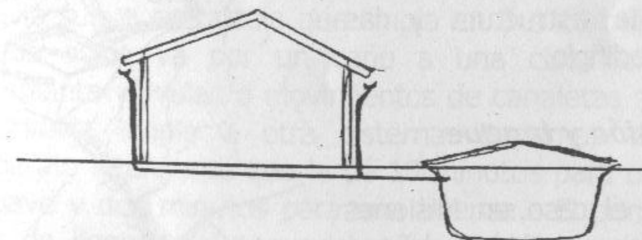
La cisterna

Se le llama cisterna al depósito de agua ubicado bajo tierra o a nivel del piso o sobre el piso, como una especie de havitación. Puede ser una construcción de material, pero hay una variante muy barata que es una excavación en la tierra, impermeabilizada con membrana de Polietileno con una loza como techo.



Cisterna baja piso *Cisterna sobre piso*

El techo más barato posible es de chapa con listones o cabriadas. Es importante que el techo tenga aislación térmica para mantener fresca el agua.

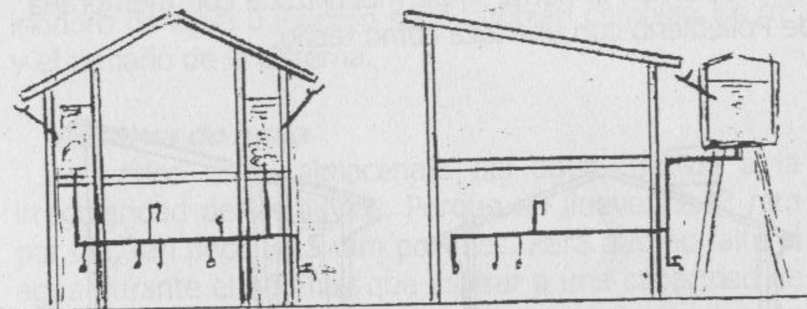


Cisterna de tierra

Guardar en tanque elevado

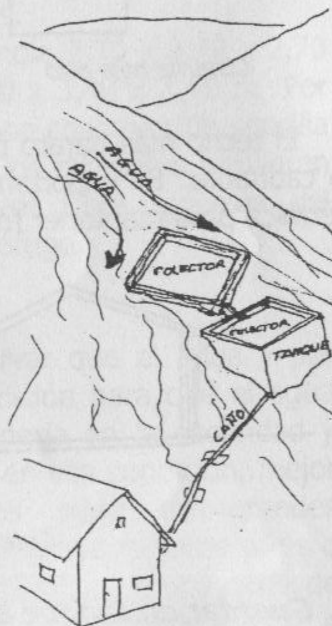
Cuando se tiene un techo alto como es el caso de una casa de dos pisos o una casa muy alta se puede colectar el agua en un tanque elevado. Esto tiene la

desventaja de que la construcción del tanque, la estructura y los cimientos es más cara que la de una cisterna baja y requieren un cálculo apropiado. Pero tiene una ventaja enorme: permite distribuir el agua por gravedad, sin necesidad de bombas.



Distribución de agua por gravedad

Es mayor la inversión y menor el costo por siempre. Después de todo, no es tan caro comparándolo con los tanques de edificios de varios pisos, que son más grandes y cuyo peso influye en el cálculo de toda la estructura y las bases del edificio.



Instalación por gravedad

Captación y tanque elevado

Se dio el caso en Misiones de una casa al costado de una ladera que permitió hacer una instalación se suministro de agua por gravedad. La superficie de captación está rodeada de una pared perimetral para evitar la entrada

de agua sucia y el escape el agua limpia. La cisterna tiene piso inclinado y también capta agua.

Se impermeabilizó un sector de ladera con piedras y cemento aprovechando un embudo natural, luego una cisterna de hormigón con techo de chapa y una cañería directa a la casa desde donde se distribuyó el agua en forma convencional.

Agua para todo uso y agua potable

Para juntar agua de lluvia se pueden elegir dos políticas: Una es separar el agua en los primeros minutos de lluvia (lluvia sucia) en una cisterna para todo uso y luego, el resto de la lluvia (lluvia limpia) en otra cisterna para agua potable.

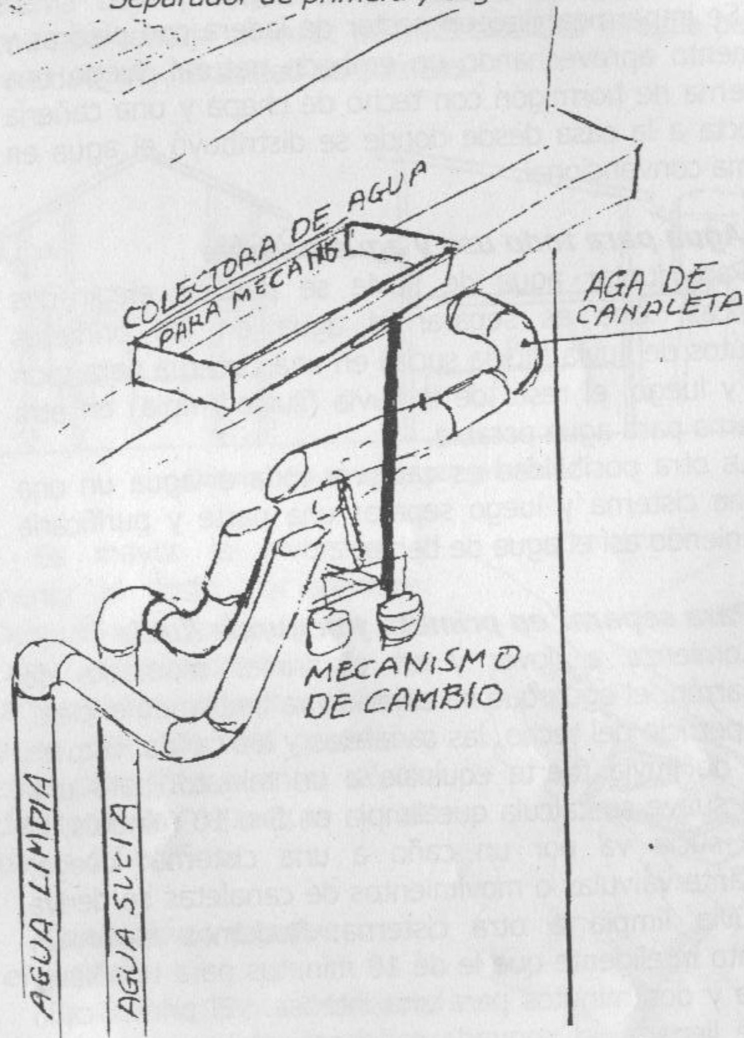
La otra posibilidad es capturar toda el agua un una misma cisterna y luego separar una parte y purificarla obteniendo así el agua de beber.

Para separar en primera y segunda lluvia

Comienza a llover y en el primer momento de chaparrón, el agua que va cayendo va limpiando el cielo, la superficie del techo, las canaletas y los caños. Esto en caso de lluvia fuerte equivale a un minuto. para una lluvia suave se calcula que limpia en 5 o 10 minutos. El agua sucia va por un caño a una cisterna. Luego, mediante válvulas o movimientos de canaletas se deriva la lluvia limpia a otra cisterna. Podemos tener un aparato inteligente que le dé 10 minutos para una lluvia suave y dos minutos para una intensa. El primer caño es de llegada, el segundo caño está flojo y se puede mover para los costados. El otro extremo del caño flojo está apoyado sobre un soporte, una barra vertical de galvanizado de ½" que forma una cruz que gira a izquierda y derecha con un tope de un lado y un tope del otro, lo que le permite moverse dentro de un ángulo limitado, en un extremo el sistema descarga el agua en

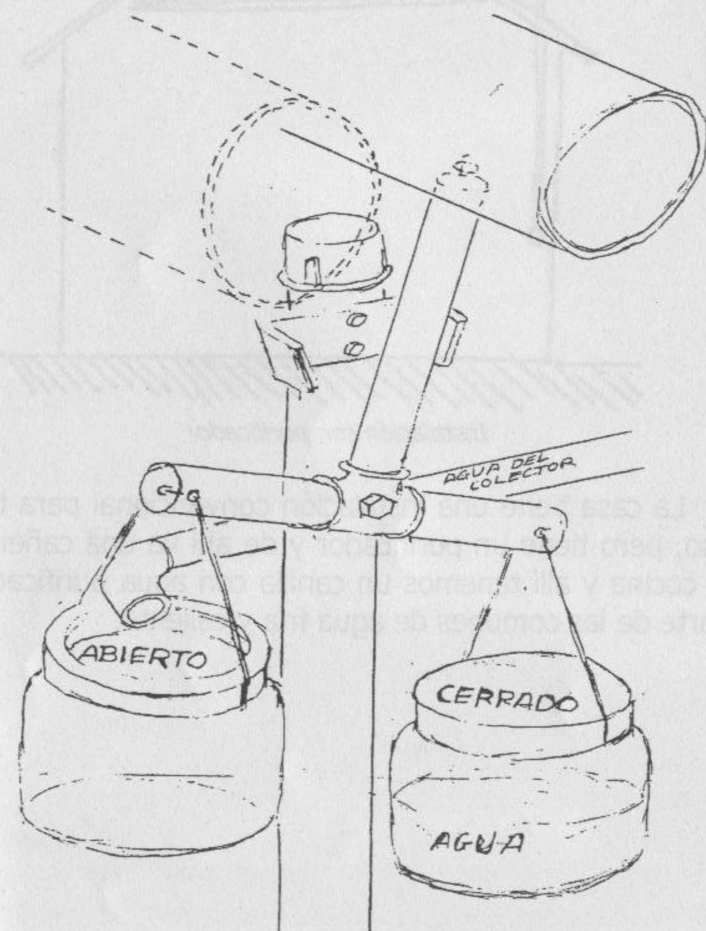
un caño para una cisterna y en el otro descarga en la otra cisterna. Como está en equilibrio inestable solo hay

Separador de primera y segunda lluvia



dos posiciones posibles. Para provocar el movimiento tiene de un lado un baldecito con agua hasta la mitad y el otro un baldecito vacío. Una bandeja va juntado agua de lluvia para llenar el balde vacío, el balde vacío se va llenando y cuando el peso de este supera la otro (que

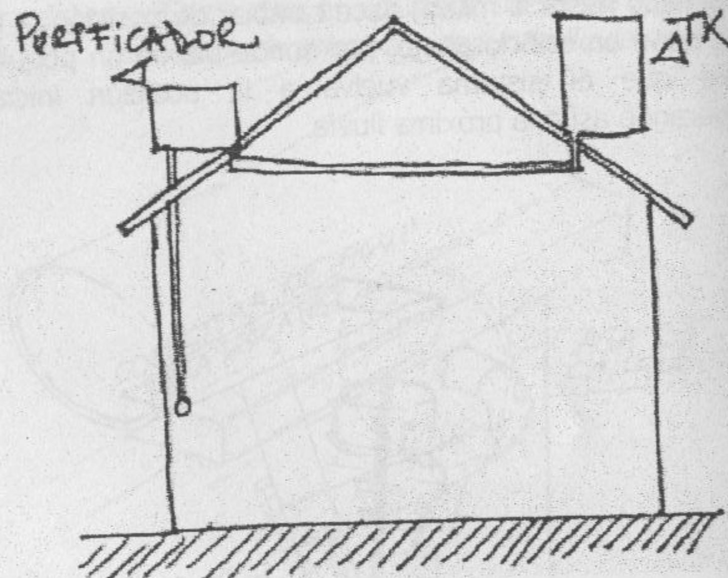
está lleno hasta la mitad) hace cambiar de posición; a su vez tiene un orificio abajo, por donde pierde un poquito para que el sistema vuelva a la posición inicial, esperando así a la próxima lluvia.



Detalle del mecanismo separador

Juntar toda el agua

Toda el agua a la misma cisterna, de ahí a un tanque y de luego va una parte del agua para todo uso y otra a un purificador para usar como agua potable.



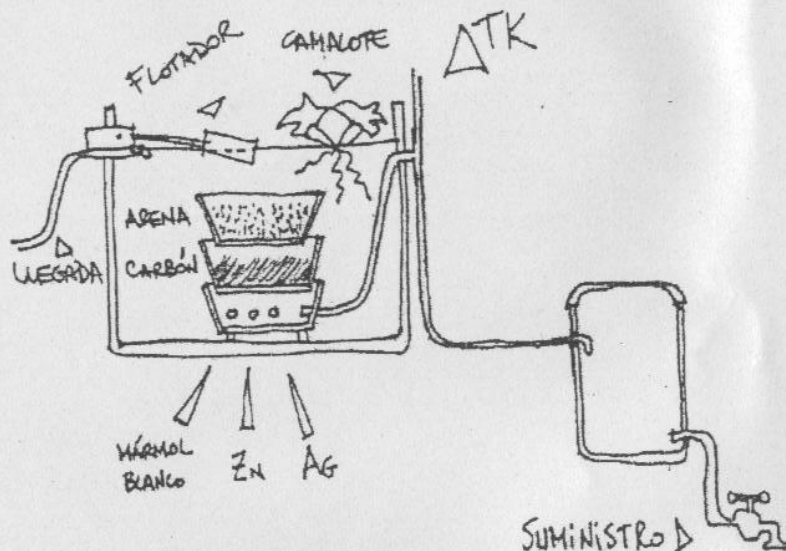
Instalación con purificador

La casa tiene una instalación convencional para todo uso, pero tiene un purificador y de ahí va una cañería a la cocina y allí tenemos un canilla con agua purificada a parte de las comunes de agua fría y caliente.

urificador de agua

II- Purificador de agua

Imagínense un tambor de plástico de 200 lts. cortado al medio, una manguera con la conexión que llega a un flotador para mantener siempre un nivel constante, entonces ahí siempre va a haber agua y le ponemos el gran purificador natural: El camalote. La NASA, cuando estudió reciclar el agua para estaciones orbitales probó con bacterias y plantas de todo el Mundo y se quedaron con el camalote argentino.

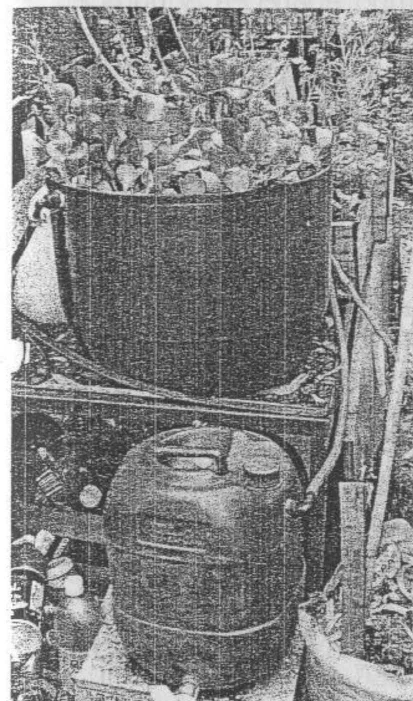


Purificador biológico de agua

El camalote retira del agua los nitratos, que son cancerígenos, amonio, bacterias, metales pesados, hidrocarburos. Es decir, todo.



El camalote es una planta de selva, tiene que recibir algo de luz pero no tanto porque vive en la sombra, le puede dar la sombra de un árbol o del tanque de agua de la casa, la luz le tiene que dar en forma indirecta o directa por pocas horas.



La salida del agua tiene que estar casi a la misma altura que el espejo de agua para que la salida sea lenta. Pero antes tiene que pasar por tres baldes enchufados uno adentro del otro, que están apoyados en el fondo del tambor. El primero (el balde superior) tiene el fondo perforado como colador, sobre este fondo se pone un disco de tela sintética y se llena de arena lavada. El segundo balde, también con el fondo perforado y tela, contiene carbón activado y el tercero sin perforar el fondo.

El agua que ya no tiene metales ni nada, pasa por el filtro de arena para sacarle la turbiedad, luego pasa por el segundo balde con carbón activado que deja el agua muy cristalina. El tercer balde es el colector por donde sale el agua.

Tan purificada queda el agua que se hace necesario mineralizarla. Para agregar iones nada mejor que pedacitos de mármol blanco en el último balde.



Filtro de tres baldes

En la práctica, con el tiempo aparecen hongos en la cañería de salida, estos le dan sabor al agua y bajan su calidad. Entonces junto con el mármol blanco hay que poner plata, una medallita, la plata es bactericida, funguicida y sus iones conservan el agua como si fuera cloro excedente.

Para completar la mineralización le agregamos un pedacito de Zinc.

Antiguamente todos teníamos contacto con el Zinc, la lechera, la palangana eran de Zinc, se tomaba agua del techo y de la canaleta de Zinc y se comían alimentos con salvado, que tiene alto contenido de Zinc.

El páncreas necesita un átomo de Zinc por cada molécula de insulina que fabrica, si no la tiene se esfuerza y puede echar mano al Cadmio que es tóxico y radiactivo y en nuestra época abunda en los colores de las etiquetas y en las fotocopias que tan desprevenidamente tocamos con las mismas manos que tocamos la comida.

Cuando el cuerpo tiene para elegir elige Zinc por Cadmio. Calcio por Estroncio y así siguiendo. Elige bien.

Lavado de la arena

Se lava con agua a contra-corriente. Enchufando el primero y último balde, se conectan a una canilla y se hace circular agua a través de la arena en forma ascendente, a una velocidad tal que el agua no se lleve la arena, la suciedad brota y rebalsa. Se aconseja revolver la arena con cuidado para no mover la tela del fondo. Después de un rato, sale agua limpia, lo cual indica que la arena está limpia.

Esta limpieza se realiza cada vez que el filtro se tapa o cada año, lo que suceda primero.



Disposición para lavar la arena

Primer lavado

Sólo la primera vez se lava la arena con ácido. Esto se debe a que la arena contiene hierro y eso estropea el sabor del agua.

La limpieza con ácido comienza igual que la ordinaria, igual disposición de los baldes, se conecta a la canilla, brota la mugre y una vez que brota agua limpia, se retira de arriba una cantidad de agua equivalente a una taza de té y se agrega una taza igual de ácido clorhídrico. Revolver con cuidado con una varilla de vidrio o de plástico y dejar reposar media hora.

Luego se abre la canilla haciendo circular y otra vez brota mugre hasta que el agua sale limpia.

Dejar correr para eliminar la acidez. Se puede ir midiendo el pH del agua o se prueba con la lengua (cuidado con los dientes) hasta que no tenga sabor.

El carbón

El carbón activado dura un año o dos, se compra en ferreterías, acuarios y droguerías.

Cada tanto hay que desarmar el purificador, lavarlo bien, lavar la arena y cambiar el carbón.

Para ser auto-suficiente, el carbón puede ser de leña molido y zarandeado. Este va a tener menor porosidad

que el comprado, por ese motivo hay que poner un poco más cantidad o cambiarlo un poco antes.

El carbón propio es más barato pero es un trabajo muy sucio.

Tamaño del purificador

La profundidad del purificador depende de la altura de los tres baldes. Deben estar sumergidos. El primer balde debe contener unos 30 cm de arena.

La superficie del purificador depende del gasto diario de agua purificada que vamos a necesitar. Se puede calcular en 80 l. por día por m^2.

Si tenemos un purificador cuadrado de 0,5 x 0,5 m, la superficie es 25 dm^2, por 0,8 = 20 litros por día.

La superficie del purificador debe estar parcialmente cubierta de camalote aproximadamente en ¾. El cálculo está hecho con esa base.

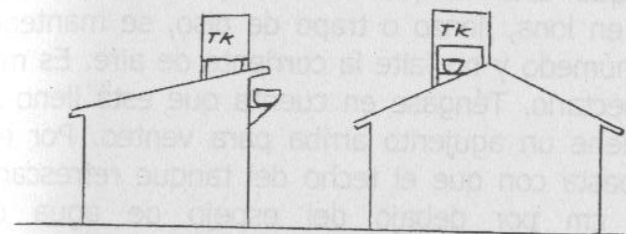
Evitar los mosquitos

Conviene criar peces en los purificadores, que lejos de estropear el agua la mejoran. Ellos comen las larvas de mosquito y de este modo, el aparato cumple además con la función de trampa para mosquitos.

Se aconsejan peces pequeños como mojarritas. Nosotros siempre hemos puesto "viejas del agua".

Almacenaje

Esta agua se almacena en un tanquecito. Al abrir la canilla el nivel del tanque baja y al cerrar, va recuperando. Ésta agua es para la canilla de la cocina. Todo este sistema va en un lugar fresco y aireado. Por ejemplo bajo un tanque elevado. Al tanque le hacemos un agujerito para venteo, porque si no, no se llena ni se vacía.



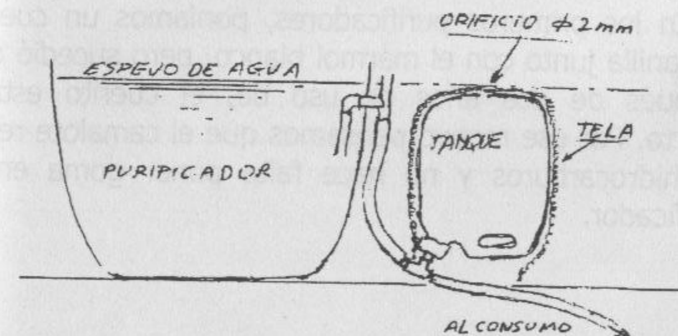
Disposición del purificador

Tanque refrescante

Si el tanque de reserva de la casa es de metal brilloso o de color claro, el agua estará fresca en principio. Si se trata de un tanque de plástico de color claro, este deja pasar algo de luz, y eso es suficiente para que se pudra el agua y además se calienta. En éste caso, al tanque de plástico hay que pintarlo primero de negro para oscurecer el agua y luego de color aluminio para que no se caliente con el Sol.

El purificador debe estar en un lugar luminoso para que viva el camalote pero a la sombra y aireado para que no se caliente. El camalote es una planta de las selva, de modo que debe estar a la sombra pero con luz indirecta.

Por último el tanque de reserva puede ser un tanque refrescante.



Tanque refrescante

Para que este tanque se enfríe, basta que esté envuelto en lona, lienzo o trapo de piso, se mantenga siempre húmedo y no falte la corriente de aire. Es muy fácil humectarlo. Téngase en cuenta que está lleno de agua y tiene un agujerito arriba para venteo. Por ese motivo, basta con que el techo del tanque refrescante esté un cm por debajo del espejo de agua del purificador.

El consumo de agua de este sistema depende de la temperatura, la velocidad del viento y la humedad relativa. Para saber si está bien, el envoltorio del tanque debe gotear poco. Si moja demasiado el piso estamos derrochando agua, si no gotea, falta agua y no enfría lo suficiente.

Para regular el goteo se corrige la altura del tanque.

Tirar la goma

Cuando se deterioran los cueritos de canillas, ellos están denunciando la presencia de nafta en el agua. Un fuelle de goma deteriorado se tira al tanque de agua y mientras se sigue deteriorando va capturando la nafta del agua, dejándola limpia de hidrocarburos.

Para sacar los hidrocarburos del agua de la red o de aguas que lo contienen, es muy buena idea tirar un pedazo de goma en el tanque, porque absorbe la nafta y otros hidrocarburos.

En los primeros purificadores, poníamos un cuerito de canilla junto con el mármol blanco, pero sucedió que después de dos años de uso de, el cuerito estaba intacto. Por ese motivo pensamos que el camalote retira los hidrocarburos y no hace falta poner goma en el purificador.

III-Agua de superficie

Agua de superficie es la de vertientes, arroyos, ríos, lagos y lagunas. Ninguna otra fuente de suministro presenta aguas tan variadas, desde las más puras a las más verdes, incluso con mal olor. El tratamiento del agua de superficie presenta tantas variantes como las calidades del agua disponible.

A medida que va bajando la calidad del agua va aumentando la cantidad de etapas y la complejidad del tratamiento. Algunas como las de manantial o arroyo de montaña, solo requieren un caño que la lleve hasta la instalación de la casa. Otras, un poco más turbulentas,

requieren un pequeño decantador de arena en la toma. Las aguas turbias requieren un decantador más importante y filtro de arena. La aguas mansas pueden contener patógenos y hay que airearlas hasta eliminarlos. Todos los contaminantes que pueda traer el agua tienen su correspondiente reactivo que lo elimina por medio de una reacción química que convierte al contaminante en agua, gas o en material mas pesado de decanta.

A partir de un análisis podemos saber que tipo de tratamiento necesitamos como se muestra en el cuadro a continuación.

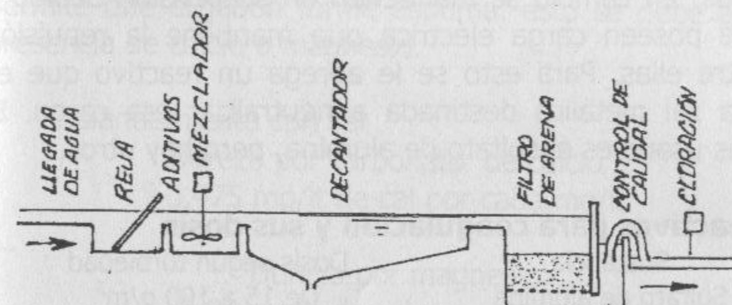
Los posibles tratamientos para remoción de:

	Decantación	Filtrado	Radiación UV	Cloración	Ósmosis inversa	Destilación	Carbón activado	Aireación	Intercambio iónico	Plantas	Bacterostasis
Patógenos			X	X				X		X	X
Metales					X	X				X	
Nitratos					X	X				X	
Sodio					X	X				X	
Sustancias orgánicas		X					X				
Pesticidas										X	
Radón								X			
Dureza						X			X	X	
Hierro	X	X						X	X		
Olores							X				
Asbestos	X	X									
Turbiedad	X	X				X	X			X	
Cloro exceso								X			
Compuestos Clorados	X									X	

Proceso de depuración de agua

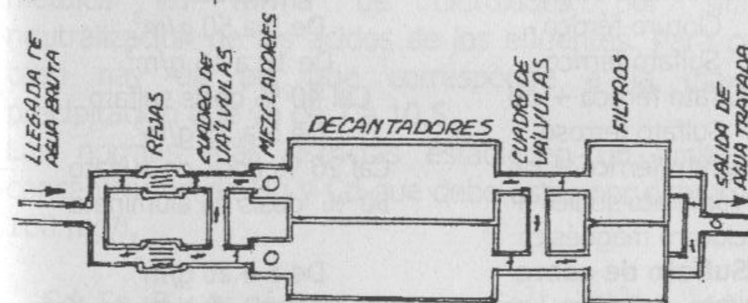
Vamos a considerar que contamos con la peor agua, la que más tratamiento necesita, los casos que se presenten con más calidad necesitan menos o ningún tratamiento.

El tratamiento típico consiste en el agregado y mezclado de reactivos, decantación, filtrado y esterilización.



proceso de depuración de agua

Tanto las rejas, como los decantadores y filtros se van ensuciando, esto obliga a detener el proceso de depuración para sacar los barros. Las rejas y decantadores se limpian a mano y los filtros se limpian pasando agua a contra corriente a travez de ellos. Por ese motivo, se hacen dos de cada componente y con cuadros de válvulas se desvía el flujo por una parte mientras se limpia otra.



Planta potabilizadora doble

Decantación

La primera etapa del tratamiento de potabilización es la decantación. Con esto se separa del agua lo más grueso, como arena, lodo y turbiedad.

El proceso consiste en un canal donde pasa el agua a una velocidad tan baja que permite que las sustancias en suspensión bajen depositándose en el fondo

Hay sustancias que decantan con el paso del tiempo, otras, en cambio se mantienen en suspensión debido a que poseen carga eléctrica que mantiene la repulsión entre ellas. Para esto se le agrega un reactivo que es una sal metálica destinada a neutralizar esa carga. El más usado es el sulfato de alumina, pero hay otros.

Reactivos para coagulación y sus dosis

Sustancia	Dosis según turbiedad
Sulfato de alúmina	De 15 a 100 g/m^3
Alumiato sódico	De 5 a 50 g/m^3
Sulfato de alúmina + aluminato sódico	Aluminato sódico al 75 % dosis de sulfato
Cloruro de aluminio	De 12 a 40 g/m^3
Aluminato sódico + cloruro férrico	50 % dosis de aluminato
Sulfato de alumina + cal	Cal 1/3 dosis de sulfato
Sulfato de alumina + soda cáustica	Soda 36 % dosis de sulfato
Sulfato de alúmina + carbonato sódico	Solvay entre 50 y 100 % dosis de sulfato
Cloruro férrico	De 5 a 50 g/m^3
Sulfato férrico	De 10 a 15 g/m^3
Sulfato férrico + cal	Cal 40 % dosis sulfato
Sulfato ferroso	De 5 a 25 g/m^3
Sulfato férrico + cal	Cal 26 % dosis de sulfato
Aluminato sódico + cloruro magnésico	50 % dosis de aluminato
Sulfato de cobre	De 5 a 20 g/m^3
Sulfato de cobre + cal	Cal 20 % dosis de dosis, sulfato

No solo la turbiedad se elimina con la decantación, hay muchas sustancias tóxicas que pueden ser retiradas del agua con solo usar otras sustancias que reaccionan con estas formando otros compuestos que sí decantan.

Eliminación de dureza por decantación

La dureza del agua es esa propiedad que no permite que el jabón forme espuma, esto se debe a la presencia de calcio o magnesio.

Ablandamiento con cal

Dureza por carbonato de calcio :
0,475 mg/lt de cal por cada mg/lt

Dureza por magnesio:
0,89 mg/lt de cal por cada mg/lt

Ablandamiento con soda cáustica

Dureza por carbonato de calcio:
2,7 mg/lt de soda por cada mg/lt

Precipitación de metales pesados

Estos contaminantes vienen de las industrias. El procedimiento usual consiste en la precipitación de los metales en forma de hidróxidos por simple neutralización de los ácidos de los efluentes. Para cada caso hay un pH que corresponde a la máxima precipitación que va de 7 a 10,5.

Las normas más estrictas establecen un límite de concentración de Hg y Cd que debe estar por debajo de 100 mg/l.

Cd, Se, B y As se remueven con Fe^{3+} o Al^{3+}.
El SO_4^{2-} se remueve con Ca^{2+} formando yeso + agua

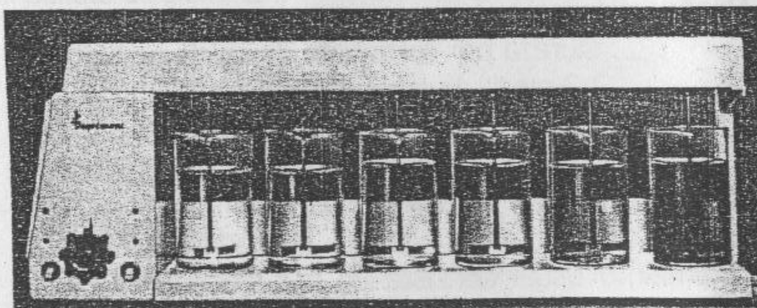
0,45 mg/lt de Ca por cada mg/lt

El fluoruro precipita con Ca^{2+}
2,1 mg/lt de Ca por cada mg/lt

Precipitación con Al^{3-} y Fe^{3-}.
$AlPO_4$ y $FePO_4$. Precipitan muy bien.
Los iones de Ni y Zn forma compuestos nitrogenados relativamente estables con NH_4-.

Ensayo de dosificación

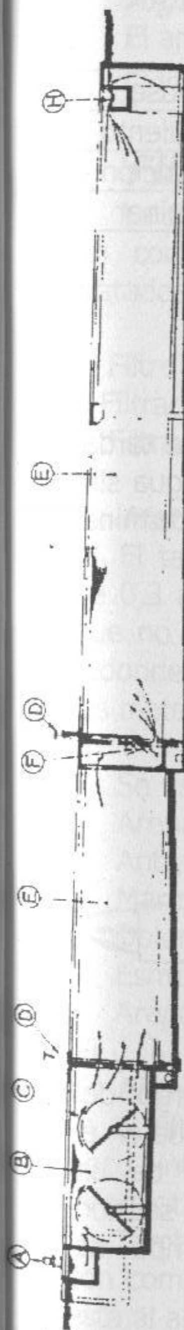
Con 5 frascos de un litro, llenos de agua cruda a tratar. En uno se le agrega un gr. de coagulante, por ejemplo sulfato de alumina, en otro, 2 grs. en el siguiente 3 y así siguiendo hasta 5, se agitan lentamente 5 minutos y se dejan descasar 10 min. Cuando esto se realiza en forma casera se hace una ves por frasco, en laboratorios hay agitadores para 5 jarras de 1lt. a la vez.



El frasco donde queda clara el agua, con la menor dosis, contiene la dosis por litro adecuada para nuestro caso. Si no hay ninguno con agua clara, repetir la operación con 5; 7; 8, etc gms .

Los decantadores

El cálculo del tamaño del decantador sería fácil si solo dependiera del caudal de agua, pero no es así,



depende del caudal y de la velocidad de caída de las partículas que trae el agua. Hay partículas hidrofóbicas que decantan rápido, como es el caso de la arena, que decanta rápido aún con cause turbulento, cuanto más fina es la arena más lento baja, pero siempre termina separada del cause de agua. No así las partículas hidrofílicas que no decantan sin coagulante.

Decantador
A. Mezclador rápido
B. Cuba de floculación
C. Pala giratoria
D. Válvula de vaciado de fangos
E. Decantador
F. Canal d agua decantada
H. Canal de agua decantada

Según la velocidad, el cause de agua se mueve de forma distinta: a alta velocidad se forman remolinos, a muy baja velocidad se mueve casi como un sólido, casi no hay movimientos que no sea el avance mismo. En los decantadores puede haber cause turbulento o laminar. El número de Reynold marca la frontera entre laminar y turbulento, pero para los fines prácticos podemos tomar las velocidades aproximadas según qué material hay que decantar de la tabla que se muestra a continuación:

Una vez elegida la velocidad del agua en el decantador en función del tipo de turbiedad que tenemos y conociendo el caudal, calculamos la sección del decantador,

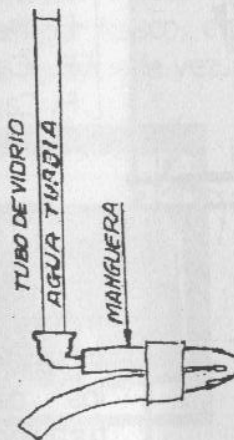
Para un caudal dado, cuanto menor sea la velocidad, mayor será la sección del decantador.

Material a decantar	Velocidad	Cause
Arena gruesa	Más de 10cm/seg	turbulento
Arena fina	De 1 a 10 cm/seg	Transición
limos	Menos de 1 cm/seg	Laminar

$$S\,[m^2] = \frac{Q[m^3/seg]}{V[m/seg]}$$

La longitud del decantador depende de lo que tarda en caer la nube de turbiedad, no puede irse el agua sin haber decantado. La velocidad de caída se determina por el siguiente ensayo:

Con un tubo de vidrio de un metro de largo y 3 cm de diámetro, con un tapón en un extremo o manguera con tapón, lo llenamos con agua cruda hasta 90 cm con el coagulante puesto en la cantidad ya ensayada (si lo necesita) tapando el otro extremo con la mano se pone vertical con el tapón arriba y abajo lentamente para agitar, se deja reposar con el tapón abajo, cuando toda el agua está clara se mide el tiempo.



Conocida la velocidad de caída de la turbiedad, y la altura del decantado vamos a calcular el largo del decantador para que en el tiempo que está el agua en él pueda llegar la turbiedad al fondo. Si nos da un decantador demasiado largo, aumentamos la sección para bajar la velocidad aumentando el tiempo de residencia.

Algunos valores prácticos de diseño:

El ancho del decantador de 6 a 8 veces la altura.

El largo del decantador de 20 a 35 veces la altura

Filtración

La filtración lenta, rápida y forzada tienen muy poco en común, son fenómenos distintos que deben ser tratados por separado.

Filtro a presión	Vol. de 4 a 10 m^3/h por m^3 de filtro
Filtración rápida	Velocidad de 5 a 25 m/hora
Filtración lenta	Velocidad de 5 a 10 m/día

Material filtrante

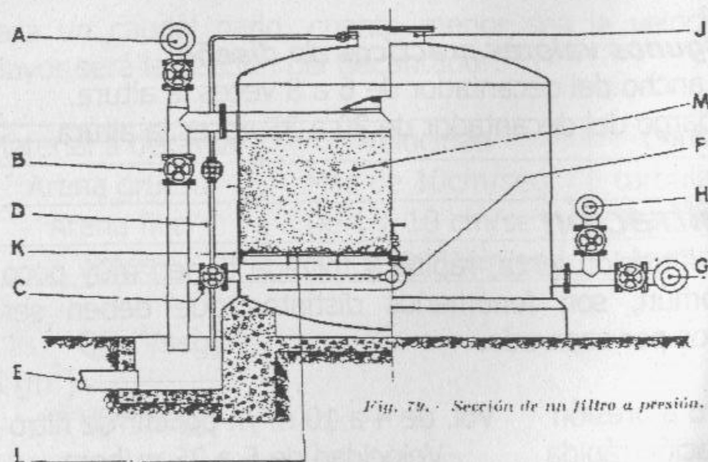
El tamaño óptimo de grano del material filtrante es de 0,3 a 0,5 mm. Tiene que ser un material duro para que no se desgaste con el lavado. Puede ser de grano redondeado como las arenas de ríos o angulosos como los materiales de molienda.

Se usan materiales como:
Arena blanca.
Antracita dura (de calidad especial)
Mármol.
Dolomita.
Esmeril.
Arena de construcción lavada con ácido.

Filtro a presión

El filtrado a presión se utiliza en la industria. Tiene poco interés para nosotros. Lo mostramos a título informativo.

También hay pequeños filtros a presión portátiles son comunes en las piscinas. La fabricación de estos no está al alcance de todos, llegado el caso se compran.



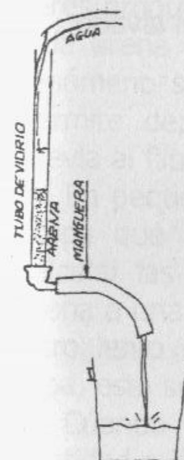
A. Llegada de agua
B. Salida de fangos
C. Vaciado
D. Evacuación de aire
E. Salidas d aguas sucias
F. Llegada de aire comprimido
G. Salida de agua filtrada
H. Llegada de agua de lavado
I. Entrada de hombre
J. Fondo metálico
K. Colectores
L. Materia filtrante homogénea

Filtro industrial Degramont

Filtración rápida

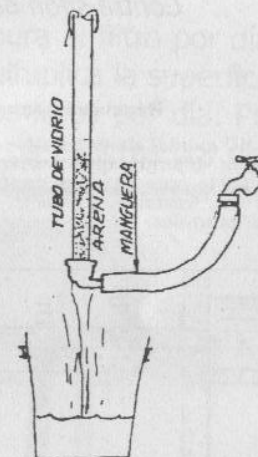
En este caso, el agua atraviesa la capa filtrante a una velocidad de 5 a 25 m/h. La capa filtrante es de arena o similar y se encuentra apoyada sobre un fondo poroso que permite el paso del agua y no del material filtrante. Durante la filtración el lecho filtrante se va atascando hasta que al caudal es tan bajo que hay que lavarlo.

Estos filtros se lavan en periodos de uno a 8 días. El lavado consiste en el paso de agua limpia en dirección contraria a la filtración. Los filtros grandes se lavan con una mezcla de agua y aire, cosa que permite bajar la cantidad de agua necesaria para el lavado.



Para calcular el tamaño del filtro es conveniente hacer un ensayo para determinar la superficie necesaria y la cantidad de agua de lavado.

Con el mismo tubo de vidrio con que habíamos ensayado la velocidad de decantación, con una gasa en el fondo, lo llenamos de material filtrante hasta 30 cm de altura, con un caudal tal que el nivel del agua esté 10 cm arriba del nivel de arena. Una vez estabilizado en nivel, derivamos el caudal a un balde de 10 lts. y medimos el tiempo que tarda en llenarlo, de ahí se calcula el caudal de filtración y con ese dato la superficie que necesita nuestro filtro.

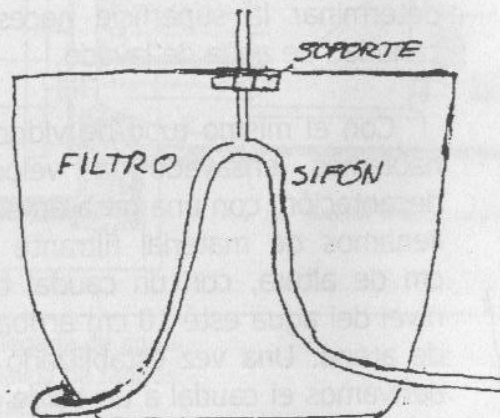


A continuación, hacemos correr agua por el mismo tubo a contracorriente, con tal caudal que el volumen de la arena se incremente un 30 % Ese es el caudal de lavado del filtro. Solo hay que llevarlo a la superficie calculada anteriormente.

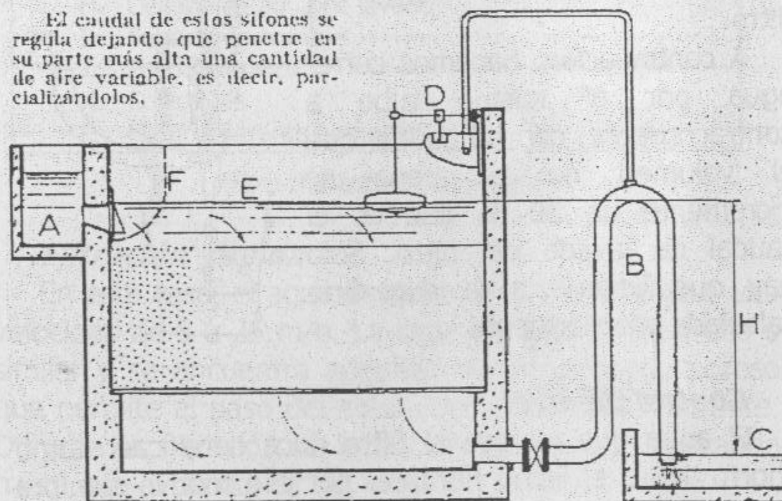
Control de nivel

El agua que ingresa al filtro nuca debe caer como chorro sobre el lecho filtrante, por ese motivo siempre debe haber agua arriba de la arena. Para que no baje ese nivel se restringe el caudal de salida con algún sistema de control. Lo más sencillo que encontramos es el contra-sifón descebado. Para pequeños caudales se

puede hacer con manguera. Se pone al principio el nivel del contra-sifón por encima de la arena, luego, cuando el filtro se va atascando se va bajando manualmente para mantener el caudal hasta el momento del lavado.



Contra-sifón de manguera de control manual



Filtro Degremont para grandes plantas potabilizadoras

Filtración lenta

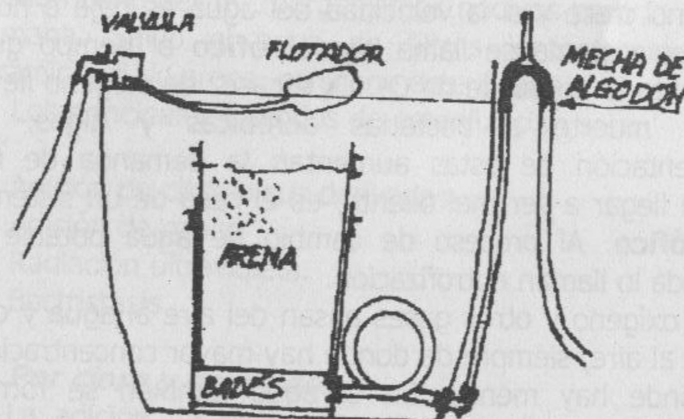
Los filtros, además de filtros son cultivos bacterias, y si están expuestos a la luz también se crían algas. Estos seres producen encimas como las Diastasas que se fijan a la arena y coagulan los materiales coloidales. Este fenómeno se produce sólo en los filtros lentos, lo cual permite depurar agua sin coagulación y Decantación previa al filtrado. Tampoco la esterilización posterior.

En pequeñas cantidades de agua basta con una sola etapa que es un filtro lento, la única condición es calcular las dimensiones para que el agua pase por la arena a una velocidad de entre 5 y 10 metros por día. El filtro lento se lava a contracorriente cada vez que se tapa, esto sucede cada mes o varios meses.

Cuando el filtro es exclusivo para agua potable, la cantidad a depurar es muy pequeña: 5 litros por día por persona.

Para calcular el volumen que depura el filtro por día, para una velocidad de 7 m/día se multuplica la superficie en dm^2 Por 70 dm (7m) y eso da los litros por día. Por ejemplo con una superficie de 1 dm^2 da 70 litros por día.

La condición de diseño es que la salida de agua esté regulada de tal manera que sea una gotera.



Filtro lento con velocidad regulada con mecha

Bacterias patógenas del agua

El agua está llena de bacterias y esporas como el aire y la tierra. La mejor agua, vista la microscopio da miedo verla. Lo que interesa es de qué tipo de bacterias se trata, si son de las buenas, inofensivas para la salud, que incluso purifican el agua. Estas son las **aeróbicas**, que proliferan cuando hay oxígeno gaseoso disuelto en el agua. También hay de las bacterias malas, las patógenas, que dan mal olor y traen enfermedades, estas son las **anaeróbicas**, que viven cuando **no** hay oxígeno y mueren cundo hay. Nosotros no podemos elegirlas y seleccionarlas. Pero sí podemos controlar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

Los lagos y ríos con aguas cristalinas hasta el fondo se los llama **oligotróficos**, estos tienen oxígeno disuelto en el agua. Luego, con el tiempo, el fondo se va enriqueciendo de materia orgánica, a consecuencia de esto comienza la fotosíntesis y la producción de algas, primero en el barro del fondo, luego en el agua del fondo y así subiendo con un color verde o marrón. Sabemos que el dióxido de carbono es más pesado que el aire y se acumula en el fondo, La demanda de oxígeno crece y si la velocidad del agua es baja o nula nuestro sistema se llama **mesotrófico** al tiempo que aumenta la demande de O_2. La escasez de oxígeno lleva a la muerte a bacterias aeróbicas y algas, la fermentación de estas aumentan la demanda de O_2 hasta llegar a ser mal oliente, es el caso de un sistema **eutrófico**. Al proceso de cambio de agua potable a podrida lo llaman eutrofización.

El oxígeno y otros gases pasan del aire al agua y del agua al aire, siempre de donde hay mayor concentración a donde hay menos. En el agua también se forma oxígeno gracias a la fotosíntesis de las algas y microalgas.

Hay una fina película entre el aire y el agua. Con un espesor de entre 0,2 y 0,8 mm cuanto menor espesor mayor intercambio de gases. Ese espesor disminuye con la turbulencia del agua, por eso se usan chorros y cascadas para oxigenar.

Hay una cierta capacidad de auto-depuración en las aguas, ese límite depende de la relación entre la cantidad de agua, de la cantidad de basura que se le arroja, de la velocidad con que se desplaza y si se trata de una corriente mansa o turbulenta. Cuanto más violenta sea la corriente de un río tanta más materia orgánica soporta. La clave es la cantidad de O_2 disponible y la demanda de O_2 de la materia orgánica y los organismos vivientes.

Tanto la demanda de O_2 como la cantidad de O_2 libre, se pueden medir con reactivos que se venden en los acuarios y vienen acompañados de instrucciones.

La solución es airear con cascadas chorros o burbujas de aire.

Esterilización

La mayoría de las aguas, aún las más cristalinas pueden contener microorganismos nocivos para la salud humana. Salvo el agua de filtros lentos como los cerámicos o de arena, conviene esterilizarla.

Los principales métodos de esterilización son:

Adición de cloro o sus derivados-
Adición de ozono
Radiación ultravioleta.
Bactristasis

Por cloro y derivados

La adición de cloro gaseoso se realiza en grandes plantas y con sistemas de control automático. En forma

casera se agrega hipoclorito a razón de una gota por litro.

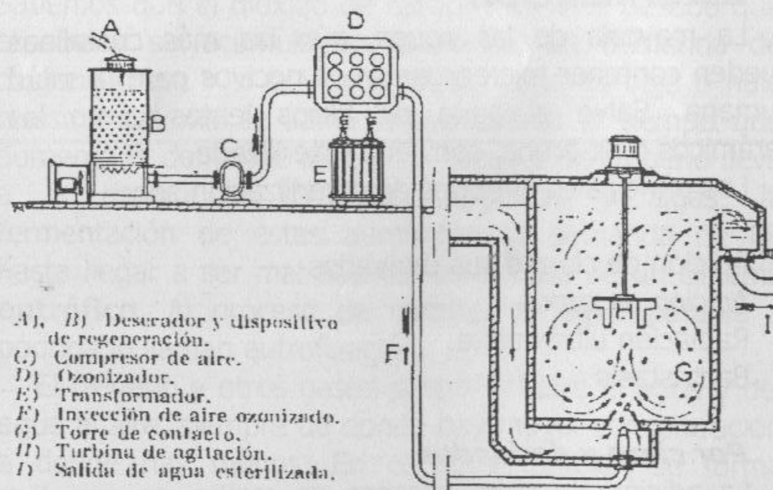
Hay equipos que ozonizan el aire y ese aire se inyecta en la corriente de agua, en pocos minutos el ozono vuelve a ser oxígeno y no queda residuo peligroso para la salud. Se hace el cálculo de la cantidad mínima de ozono solo para evitar gastos excesivos.

Por ozono

Para obtener ozono se hace pasar una corriente de aire entre placas con cargas eléctricas eléctrica entres 8.000 y 15.000 voltios. La producción para una corriente de 50 Hz está en el orden de los 50 g de ozono por hora por metro cuadrado de electrodo con una potencia de 1.600 W. La concentración de ozono llega a 2 ó 3 g por m^3 de aire. Esta producción se duplica si se usa una frecuencia de 500 Hz.

Para esterilizar un m^3 de agua se necesita entre 0,5 y 1 g. Según la cantidad de materia orgánica del agua.

El aire ozonizado se hace pasar por una columna de contacto donde las burbujas suben a través del agua.



Planta de esterilización por ozono. Fuente Degreont

Radiación ultravioleta

El agua a esterilizar circula por un caño transparente expuesto a la luz ultravioleta, a veces se pone la luz adentro cuando se trata de un tubo fluorescente especial para luz ultravioleta. Se usa luz con una longitud de onda de entre 2.000 y 3.000 A siendo la más eficaz de 2.600 A un tubo de 20 W puede esterilizar 2.000 litros por hora. El espesor de la capa de agua expuesta a esta radiación no puede ser mayor de 20 cm por más cristalina que esta sea el agua

Bacteriostasis

Con pequeña cantidad de iones metálicos el agua queda del todo esterilizada. Especialmente con iones de plata. Antiguamente cuando se contaminaban los ríos se enfermaban los pobres que usaban utensilios de barro y no los ricos que usaban bajilla de plata.

Un cm^2 de plata esteriliza entre 80 y 100 litros por día y el poder bactericida y funguicida se mantiene en el agua por mucho tiempo.

Adsosción

A diferencia de la absorción, donde un cuerpo almacena líquido en su interior, como el pan mojado, como la esponja, la adsorción es superficial, se van pegando sustancias en la superficie del material adsorbente, cuanto más poroso sea el material, más superficie y más capacidad de adsorción tiendrá. Hay sustancias como bentonita, tierra de Diatomea o carbón activado que tienen de 40 a 800 m2 por gramo.

Por adsorción se retira del agua todo olor, sabor y color que tuviera dándole una cristalinidad increíble.

Ósmosis inversa

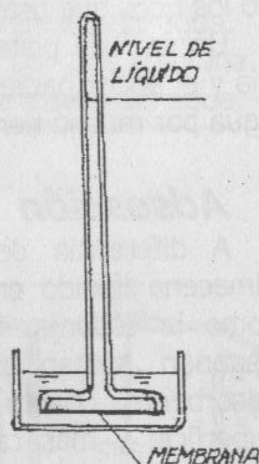
Es el procedimiento que permite retirar del agua desde algas hasta los más pequeños contenidos como sales minerales diluidas.

La diferencia entre ósmosis inversa, ultrafiltración y microfiltración está, en principio, en el tamaño de los poros de la membrana a usar. Todos ellos son filtrado a presión. En todos los casos hay una bomba que levanta 10 ó 20 Atm según la naturaleza del filtro, pero en el caso de la ósmosis inversa, hay que sumar a esta presión otra que es necesaria para vencer a la presión osmótica.

0,0001 µm	0,002 µm	0,02 µm	2 µm
Iones; Moléculas orgánicas; Agua Pura	Macrocoléculas polímeros; Proteinas; Virus		Bacterias Algas Levaduras
ÓSMOSIS INVERSA	ULTRAFILTRACIÓN	MICROFILTRACIÓN	

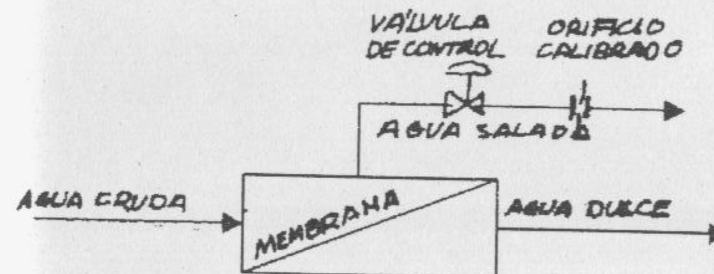
Presión osmótica

Sabemos que si ponemos dos masas líquidas con distinta concentración salina, separadas por una membrana filtrante, a mediano plazo, se van a igualar las concentraciones, si ponemos agua pura de un lado de la membrana y agua salina del otro se produce una diferencia de presión nada despreciable entre una y otra cara de la membrana.



Gramos de sacarosa por litro	300	420	541	662	753
Presión osmótica. atmósferas	26,80	43,64	67,67	100,4	134,7

Los equipos de ósmosis inversa tienen una poderosa bomba con una presión capaz de vencer la presión osmótica y la pérdida de carga de la membrana, que no es poca. En la membrana se separa el agua de las sales que se van en otra corriente con una válvula de control para producir una pérdida de carga igual a la de la membrana.



Proceso de ósmosis inversa

Las membranas

Las primeras patentes de membrana eran de celulosa, luego apareció una gran variedad de materiales: celulósicas, orgánicas (polímeros), también cerámicas de carburo de silicio y corindón (como las piedras de amolar) carbón y óxido de zirconio.

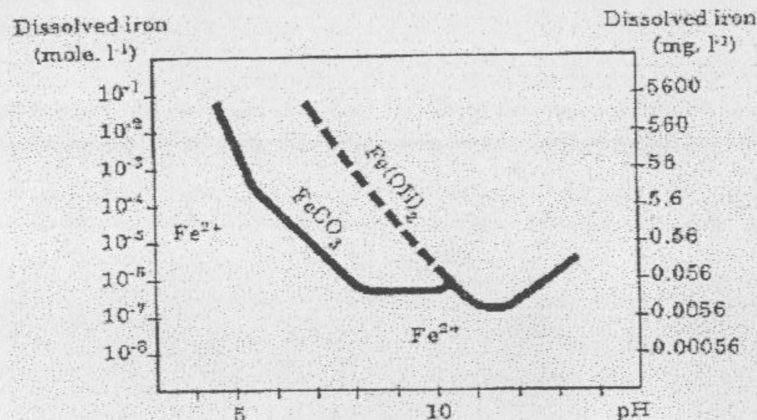
Los espesores van de 0,05 a 2 mm. Hay membranas compuestas de un material poroso muy delicado unido a otro de poros más grandes que hace de soporte. Generalmente se usan películas plásticas sobre cartón y el diámetro de los poros queda determinado por el espesor del film.

IV-Tratamientos biológicos

Remoción de hierro

Se puede separar el Fe por oxidación haciendo burbujear aire ozonizado como ya vimos en esterilización el Fe forma compuesto que precipitan y quedan en el filtro. Si el agua tiene un excedente de $Ca(OH)_3$ que suba el pH hasta 8,2 precipita solo

El tratamiento biológico es nada más que el acondicionamiento del pH adecuado según el hierro esté férrico o ferroso como se observa en la gráfica. Se puede acelerar con dos electrodos de carbón y 100 mV



Bacterias que retiran hierro del agua:

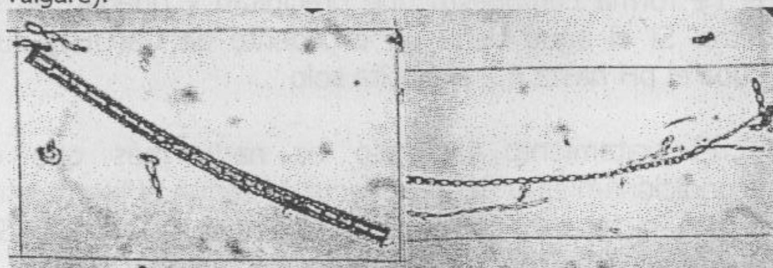
Siderobacteriales: - Chlamydobacteriaceae: Leptothrix ochracea, L. crassa, L, discophora, - Crenotrichaceae: Crenothrix (Cr. polyspora), Clonothrix (Cl. ferruginea, Cl. fusca), - Siderocapsaceae: Siderocapsa, Ferrobacillus, Sideromonas, Gallionellaceae: Gallionella (G. ferruginea, G. major).

Remoción de manganeso

En las industria se procede igual que con el hierro: haciendo burbujear oxígeno o aire con ozono para luego filtrar el agua. También se hace precipitar con permanganato de potasio u dióxido de cloro. También esto se acelera con 400 mV.

Bacterias que remueven manganeso.

Pseudomonas (Ps. manganoxidans), Metallogenium (M. personatum, M. symbioticum), - Siderobacteriales: Leptothrix (L. echinata, L. lopholes), - Hyphomicrobiales: Hyphomicrobium (H. vulgare).

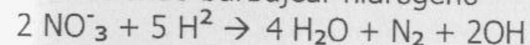


Leptothrix ochracea. *Gallionella ferruginea.*

Remoción de nitrato

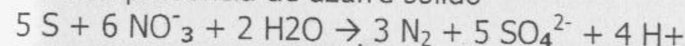
Por burbujeo de ozono. No genera sustancias que precipitan sólo nitrógeno gaseoso y agua. Este tratamiento se puede hacer antes o después del filtrado.

Haciendo burbujear hidrógeno



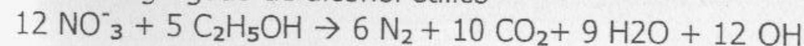
$2\ NO^-_3 + 5\ H^2 \rightarrow 4\ H_2O + N_2 + 2OH$

Con presencia de azufre sólido



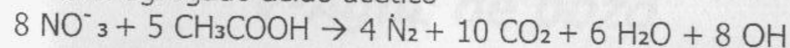
$5\ S + 6\ NO^-_3 + 2\ H2O \rightarrow 3\ N_2 + 5\ SO_4^{2-} + 4\ H+$

Con agregado de alcohol etílico



$12\ NO^-_3 + 5\ C_2H_5OH \rightarrow 6\ N_2 + 10\ CO_2 + 9\ H2O + 12\ OH$

Con agregado ácido acético



$8\ NO^-_3 + 5\ CH_3COOH \rightarrow 4\ N_2 + 10\ CO_2 + 6\ H_2O + 8\ OH$

Remoción de arsénico

Para la remoción del arsénico hay tres formas posibles: Una es coagular con sales de hierro o aluminio y decantar. Otra, ablandar el agua asegurando que precipite todo el magnesio acompañado del arsénico. O adsorción por alumina activada que se usa para remover fluoruros.

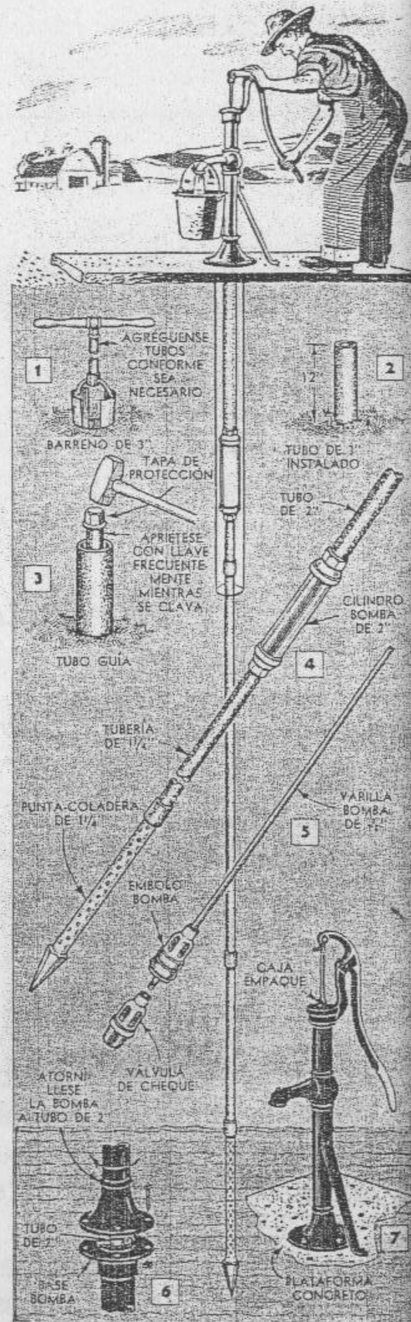
V-Agua de pozo

Para conseguir agua de pozo hay que contratar a un pocero o empresa dedicada al tema. Ellos conocen dónde hacer el pozo y a qué profundidad se encuentra el agua potable. Esto tiene poco que ver con la autosuficiencia pero es una sola vez.

El agua se puede analizar en laboratorios especializados y si estamos en el campo, siempre hay alguna farmacia en el pueblo que los hace. Si el análisis indica la presencia de algún contaminante podemos utilizar los reactivos adecuados según hemos visto hasta ahora con el capítulo anterior "Agua de superficie" El proceso de depuración, en este caso, se hace agregando los reactivos en la cisterna. Muchos análisis pueden ser hechos por uno mimo consiguiendo los reactivos en los acuarios, que además ya vienen con las instrucciones.

Haga su propio pozo

Ilustración de Mecánica Popular Nº 108



En las llanuras, donde los mantos freáticos están cercanos a la superficie, es fácil hacer uno mismo un pozo para obtener agua. Estas napas están, en su mayoría contaminadas pero podemos proceder de igual manera que con las aguas de superficie.

Para hacer el pozo basta con introducir una tubería en la tierra con una punta-coladera. Antes de dar comienzo a la tarea conviene indagar por la zona a qué profundidad se encuentra la napa.

Se comienza con un barreno para tierra (Figura 1) con un mango y un tramo de caño de un metro con roscas (un niple roscado) luego se van agregando tramos y cuplas. Se mete el barreno hasta donde llegue con facilidad. Se ,continúa hasta un profundidad de 3 ó 4 m. A esa profundidad ya es difícil el manejo. Además es buena profundidad para el cilindro de la bomba. A continuación se encamisa el pozo con un caño de 3" de diámetro (figura 2)

Luego se arma la punta-coladera con uno o más tramos de cañería con sus correspondientes cuplas bien ajustadas, se rosca al cuerpo de la bomba y a los tramos superiores a ella hasta que la punta coladera toque el fondo del pozo. Luego se clava el conjunto en el fondo del pozo y se van agregando tramos superiores a la bomba, esto se hace con golpes suaves con un martillo no tan chico que remache la rosca ni tan grande que se doble es sistema por pandeo, siempre la rosca estará protegida con una tapa roscada (Figura 3) Por regla general los tubos entran con facilidad en la tierra. Si la punta toca alguna roca antes de llegar al agua hay que rescatar los materiales dentro de lo posible y empezar de nuevo. Para saber si se llegó al agua se nada una sonda, esta puede ser un cordel con contrapeso. Una vez llegado a la napa se instala el cilindro de la bomba (Figuras 4 y 5) A continuación se instala la bomba (Figura 6) y se cuela una plataforma de concreto (Fig. 7) La plataforma tiene pendiente hacia los cuatro lados para que no quede charco alrededor del acero.

VI- Ahorrar agua

Hasta ahora hemos hablado de juntar agua, seleccionarla y purificarla. Ahora vamos a la otra punta del problema que es el ahorro de agua. Esto, a la vez altera los cálculos anteriores porque achica la necesidad de agua y con eso el tamaño de la cisterna.

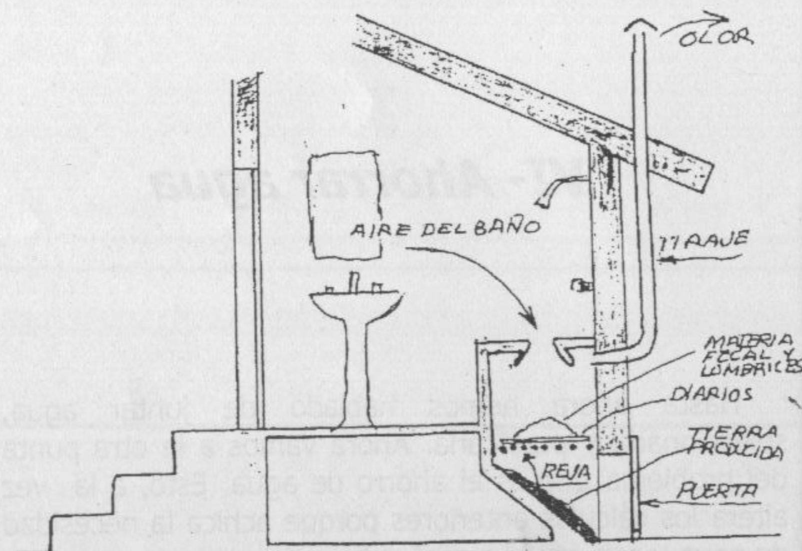
La limpieza de la casa sin agua, es un tema que ya vimos en "Bacterias para la Salud" El agua en la huerta se ahorra gracias al micro-clima, el acolchado de hojas o pasto seco que oscurece la tierra y el mismo hacinamiento de plantas reducen la evaporación en la huerta bajando enormemente el consumo de agua. Otra forma de ahorro es el riego por goteo en vez del riego por aspersión.

Pero el más importante ahorro está en el inodoro. El 60 % del consumo está ahí.

La solución de Jack Cousteau es juntar las aguas grises (las jabonosas) y usarlas para el inodoro, pero esta agua tiene nutrientes que hacen que se pudra en dos o tres días y largue olor. Lo mejor para eso es el inodoro seco también llamado clibus.

Clibus continuo

El piso del baño tiene que estar más arriba. El clivus o retrete seco es una butaca y un depósito de excrementos, de la butaca sale un caño aireador que se lleva el olor de la cámara y de todo el baño.

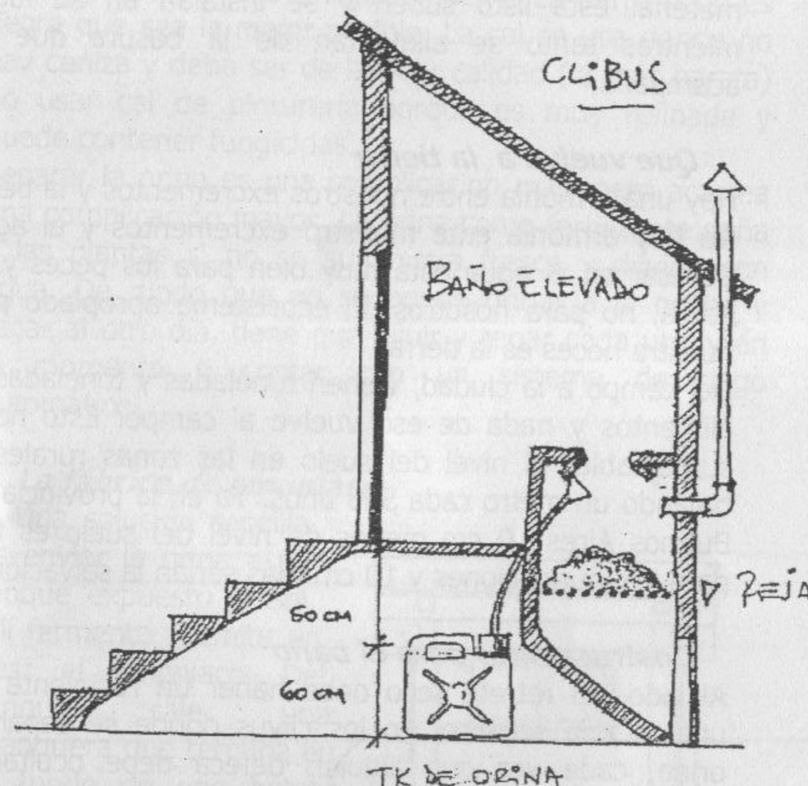


Clivus continuo sin separación de orina

A mitad del depósito hay una reja, sobre ella se ponen diarios y sobre estos dos cm. de tierra negra, sobre la tierra 5 cm. de paja, hojas, viruta o pasto seco ahí caen y se acumulan las defecaciones. Con el tiempo, la materia se va transformando en tierra y cae de la

reja. Más abajo, hay una puertita para sacar la tierra o compost terminado.

Una vez por año se abre la puerta y se saca esa tierra que es un fertilizante de primera calidad.



Clivus con separación de orina

En las primeras experiencias con clivus resultó que se colapsaba el sistema, porque se formaban capas secas y eso detiene la descomposición, el material deja de achicarse y se atasca.

Voluntarios se necesitan

Se hace necesario remover el material dentro del clivus para romper las costras secas. Lo más difícil es encontrar voluntarios para hacerlo o para lavar la

herramienta. Pero existen seres que hacen este trabajo con todo gusto, ellos son las lombrices rojas, las californianas que usamos para el compost.
El núcleo de lombrices se pone en el fondo, con una cantidad del compost que las contiene, cuando el material está listo suben y se instalan en su lugar, mientras tanto se alimentan de la basura que las acompaña.

Que vuelva a la tierra

Hay una armonía entre nuestros excrementos y la tierra. No hay armonía ente muestro excrementos y el agua. Defecar en el agua está muy bien para los peces y los patos, no para nosotros. El ecosistema apropiado para nuestra heces es la tierra.
Del campo a la ciudad, vienen toneladas y toneladas de alimentos y nada de eso vuelve al campo. Esto no es sustentable: el nivel del suelo en las zonas rurales va bajando un metro cada 500 años. Ya en la provincia de Buenos Aires 10 cm menos de nivel del suelo es fatal para las inundaciones y 10 cm más serían la salvación.

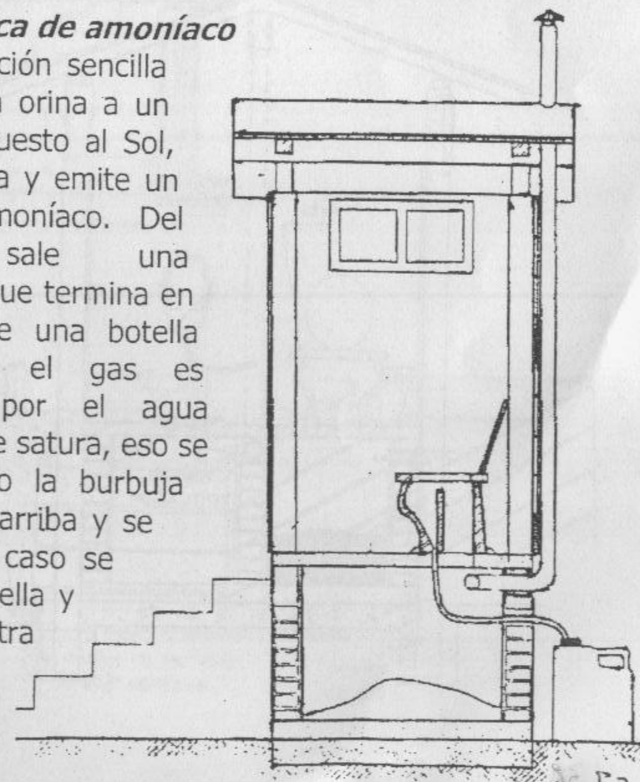
Instrucciones para el baño

Al lado del retrete seco debe haber un recipiente con una mezcla secante. En los clivus donde se separa la orina, cada vez que alguien defeca debe ocultar su excremento con una medida de mezcla secante. Donde no hay separación de orina se echa una medida por orinar o por defecar, y si se hacen las dos cosas habrá que echar dos medidas. La medida es una palita de un litro. Los excrementos de perro o gato se pueden tirar ahí tapándolos con mezcla. También, del mismo modo se puede tirar basura de la cocina. El papel higiénico sucio, apósitos y toallas de papel no se pueden, se deben tirar al retrete.

La mezcla secante contiene cuatro volúmenes de cascarilla, paja, hojas secas, pasto seco, papel picado, aserrín o viruta. Dos volúmenes de tierra negra y uno de ceniza o cal. Verifique que la materia orgánica usada no contenga insecticidas o algún veneno. La tierra si no es negra que sea la mejor posible, La cal se usa donde no hay ceniza y debe ser de la peor calidad (la más barata) no usar cal de pinturería porque es muy refinada y puede contener fungicidas.
Separar la orina es una complicación más, pero acarrea una complicación mayor. La orina como fertilizante daña a las plantas si no se suministra fresca y diluida con agua. De modo que no se puede orinar a la noche y regar al otro día, tiene que diluir y regar cada uno y en el momento o contar con un sistema de riego automático.

La fábrica de amoníaco

Una solución sencilla es enviar la orina a un tanque expuesto al Sol, allí fermenta y emite un gas: el amoníaco. Del tanque sale una manguera que termina en el fondo de una botella con agua, el gas es absorbido por el agua hasta que se satura, eso se nota cuando la burbuja llega hasta arriba y se va, en ese caso se tapa la botella y se pone otra con agua limpia. El

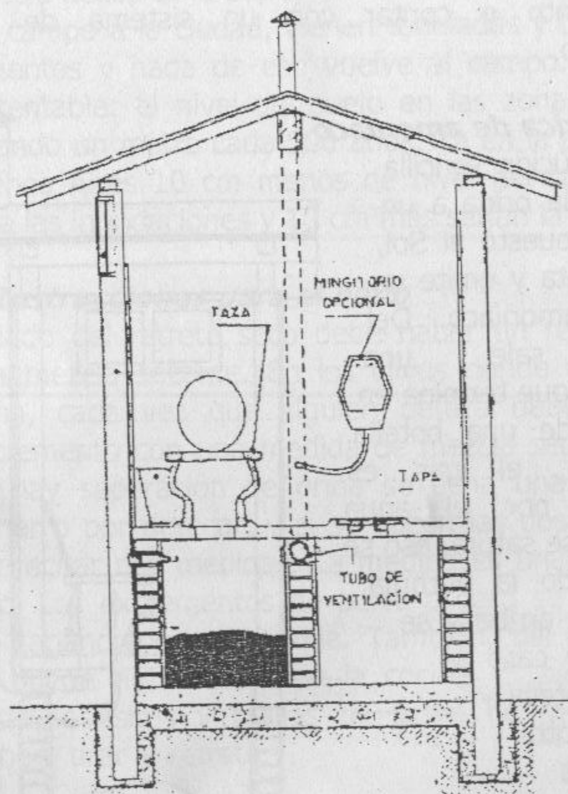


amoníaco embotellado se puede usar o vender. También, en caso de contar con un bidigestor, el amoníaco se incorpora al biogás mejorando su calidad por subir el pH.

Modelo Mejicano

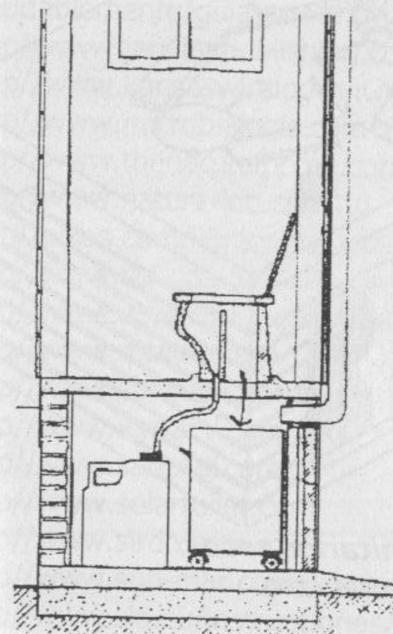
En Guadalajara, Lourdes Castillo Castillo, con el título: Sanitario Ecológico Seco, presentó como tesis en *Tecnología Alternativa para un Habitat Popular Sano* un trabajo que se puede ver y bajar de www.zoomZAP.com/SES.php

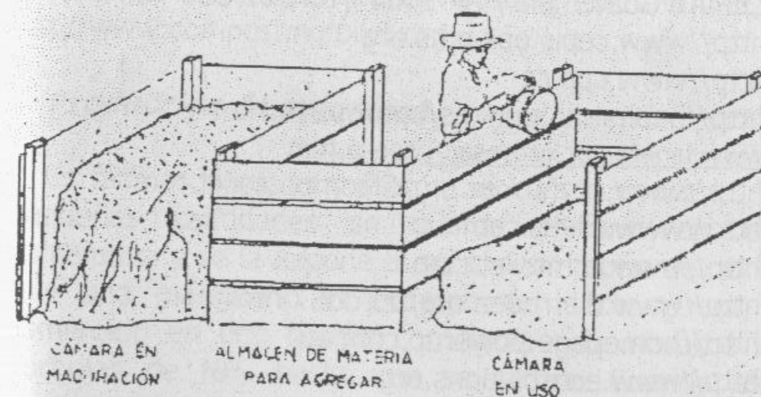
Se trata de un sanitario de dos cámaras. Se usa uno hasta llenar, se cámbia de lugar el inodoro y cuando se llena el segundo está para vaciar el primero.



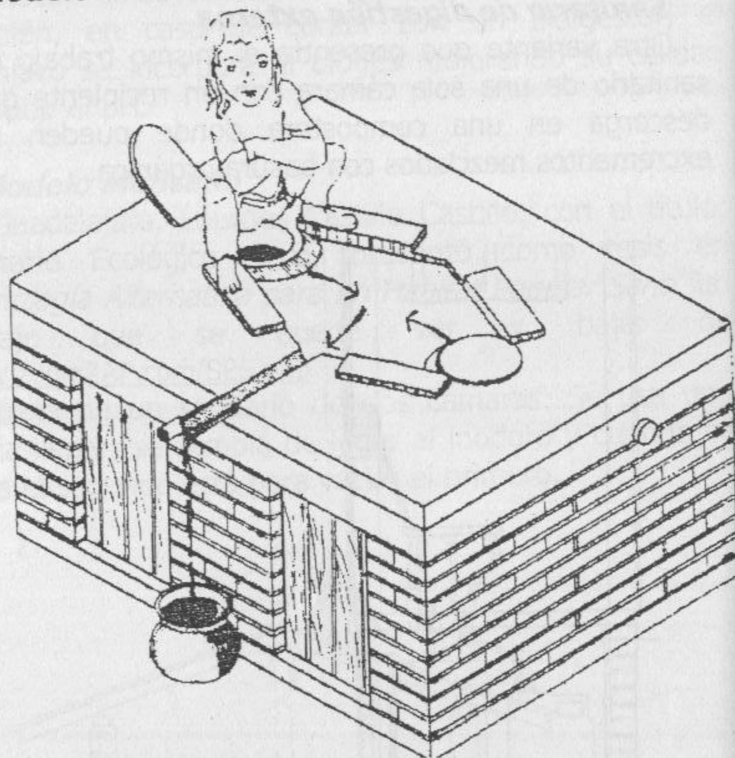
Sanitario de digestión externa

Otra variante que presentta el mismo trabajo es un sanitario de una sola cámara con un recipiente que se descarga en una compostera donde pueden haber excrementos mezclados con basura orgánica.





Modelo Vietnamita



Referencias de sanitarios secos:

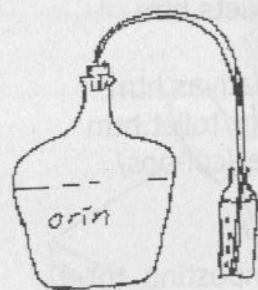
http//www.compostingtoilet.com
http//www.biolet.com
http//www.bioloo.co.nz/
CEMAT Guatemala / AP 1160 / tel 502 339 4804
http//www.cepis.ops.oms.org
http//www.cpp.cc
http//habitat.aq.upm.es/bpn/bp210.htm
www.laneta.apc.org/esac/citaesp.htm
http//www.cityfarmer.org/Cfcompostoilet.htm
http//www.clivus.com
http//www.comtoilet.com
http//www.diarrhoea.org/dd/dd57.htm
http//homepage.powerup.com.au
http//www.ecosolutions.org

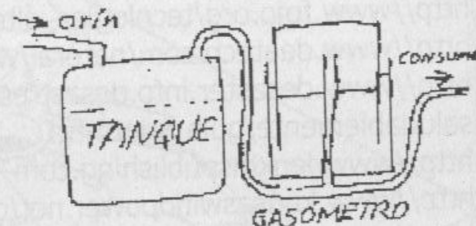
http//www.ekolet.com
http//www.enviroalternatives.com/toilets.htm
http//www.envirolet.com
http//www.fojo.org/tecnlogias_alternativas.htm
http//www.deatech.com/natural/waste/toilet.htm
http//www.desaster.info.desastres.net/col-ops/saludablemente/guia-print.htm
http//www.jenkinspublishing.com
http//www.kansaswindpower.net/composting_toilet
http//www.microbialogic.com
http//www.thenaturalhome.com/compost.htm
http//www.nature-loo.com.au
http//oikos.com/library/compostingtoilet/
http//www.col.ops-oms.org/desplazados/publcaciones
http//www.realgoods.com/renew/shop/list.cfm?dp=2400
http//www.rotaloo.com
http//www.sanimex.net/
http//www.iepsacv.com.mx
http//www.sanplat.com
http//www.solartoilet.com
http//www.sirdo.com.mx
http//www.sun-mar.com
http//www.sld.cu/instrucciones/inhem2/curso/clase37.htm
http//www.virotech.com.au/composting_toilet.htm
http//www.compostingtoilet.org

Producción de amoníaco.

Es fácil producir amoníaco si se cuenta con orín. En pequeñas cantidades se guarda el orín en una damajuana y se la expone al sol con un tapón de donde sale una manguera. El extremo de la manguera va sumergido en una botella con agua; ésta absorbe las burbujas de NH_3 hasta que se satura. Cuando esto

sucede las burbujas estallan en la superficie, en ese momento se cambia la botella de agua.





De botella **Planta continua**

Plantas productoras de amoníaco

Se guarda el NH_3 en botellas tapadas, y para volver a gas se calienta el agua y evapora el amoníaco. También se puede acumular en estado gaseoso en un gasómetro o en el mismo gasómetro del biodigestor, en este caso el gasómetro puede ser de metal.





VII- Reciclado de agua

Ningún método de ahorro de agua supera al reciclaje. Esto simplifica el sistema y hace que la cisterna de recolección no tenga que ser tan grande, porque la necesidad de agua por persona disminuye drásticamente.

En el reciclado hay pérdida de agua por evaporación. Se puede considerar que si reciclamos la totalidad de la reserva, esta disminuye en un cuarto o la mitad en zonas secas.

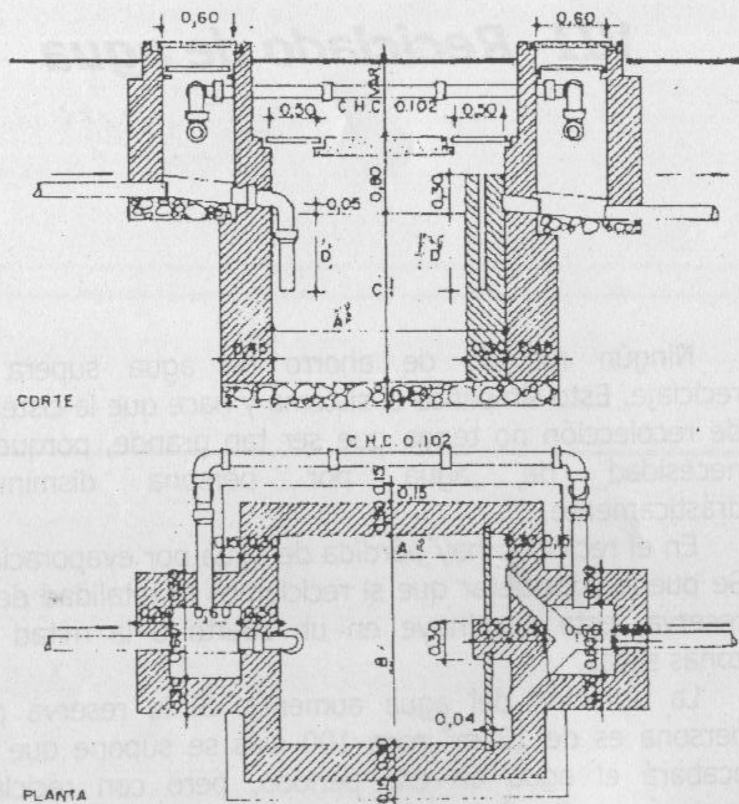
La duración del agua aumenta. Si la reserva por persona es de 13 m^3 para 100 días se supone que se acabará el agua en ese periodo, pero con reciclaje contará con 7 m^3 después de 300 días y 4 m^3 en 600 días. Esto sin contar el agua que se bebe.

Para reciclar agua no se trata de filtrar ni de conseguir agua cristalina, esa agua puede no ser potable pese a su presentación. La clave está en la eliminación

de nitratos, que es producto de la última etapa de descomposición.

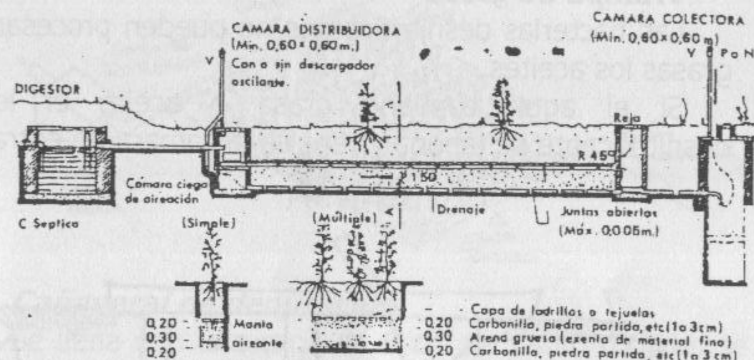
Los nitratos son incoloros e insípidos, son el principal alimento de las plantas pero son nocivos para la salud y hasta pueden causar cáncer.

La forma de retirar los nitratos del agua es mediante lo que se llama "lecho desnitrificante"

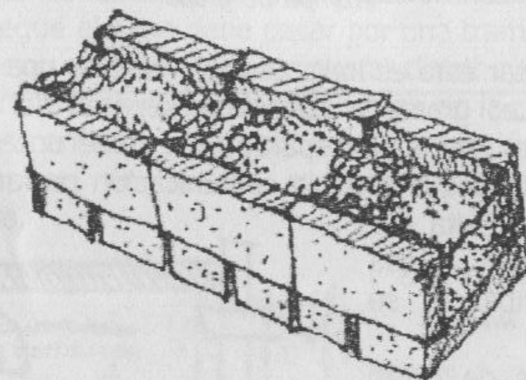


Cuneta desnitrificante

Las aguas negras (del inodoro) y las grises (jabonosas), se pueden purificar con un lecho desnitrificante. Esto es una cuneta de 6 metros con pendiente que contiene arena y canto rodado. Y la cuneta desemboca en una cisterna.



El agua llega al lecho a través de una trampa de grasa y termina su recorrido en una cisterna donde se va a juntar el agua reciclada cristalina y potable.



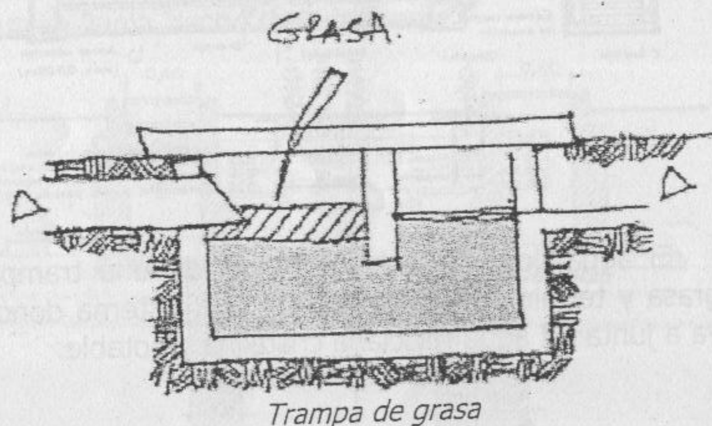
Cuneta de ladrillos con arena y canto rodado

En principio el sistema trabaja como un filtro común y va a entregar agua cristalina pero no potable por su contenido de nitritos y nitratos. Mientras tanto el lecho va siendo colonizado por la fauna bacteriana que se alimenta de compuestos de nitrógeno, y en un plazo de 40 días, saldrá agua potable del lecho desnitrificante.

Trampa de grasa

Las bacterias desnitrificantes no pueden procesar las grasas los aceites.

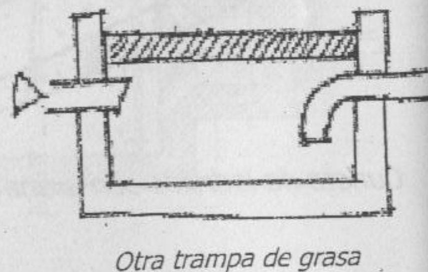
Si el agua contiene grasa o aceite el lecho desnitrificante se tapona y rebalsa la cámara de entrada.



Trampa de grasa

Para evitar esto es indispensable instalar una trampa de grasa. Las grasas y aceites se separan del agua y flotan sobre ella. Para separarla, se hace una cámara con un tabique que corta la comunicación por arriba. El agua da la vuelta por debajo y la grasa queda arriba y se acumula.

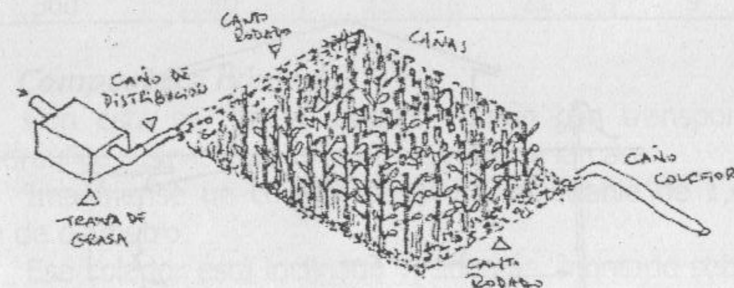
Después de cierto tiempo se retira la tapa y se saca la grasa.



Otra trampa de grasa

Cañaveral

Hay otra experiencia que es hacer un cañaveral en un suelo con alguna pendiente, se le hace una excavación de 30 cm de profundidad, en una superficie de 2 m^2 por cada habitante de la casa se impermeabiliza el fondo con polietileno.



Cañaveral de depuración

Se llena con una capa de 5 cm de canto rodado, se cubre con la misma tierra que habíamos sacado y se planta Caña de Castilla o Achira.

El cañaveral puede procesar aguas negras y grises y la caña purifica oxidando. Y retirando el nitrógeno del agua.

Este es también un lecho desnitrificante. Antes de que llegue el agua debe pasar por una trampa de grasa.

Luego se ingresa al cañaveral distribuyendo el agua con un caño perforado que descarga en la cabecera.

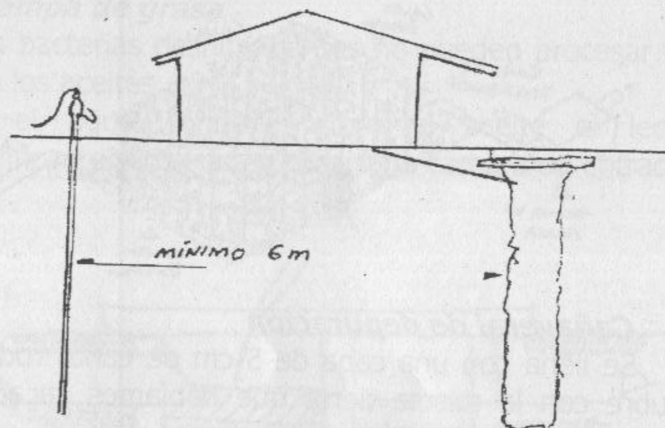
Los caños de distribución y de colección de agua se encuentran en sendas cunetas rodeados de canto rodado.



El antiguo lecho desnitrificante

Durante muchos siglos se ha estado usando el pozo ciego y el pozo de agua. Siempre se dijo que la distancia entre ambos debe superar los 6 m.

Pues bien. Las bacterias que limpiaron siempre las aguas del pozo negro son las mismas que se instalan en el lecho desnitrificante.



El antiguo método

El viejo sistema del pozo ciego y la bomba se puede usar todavía en tierras no contaminadas.

Lo que destruye la eficacia del sistema es el uso de detergentes y lavandinas que mata las bacterias.

Por supuesto que si usamos esos limpiadores vamos a destruir el lecho desnitrificante e incluso va a fracasar de entrada si no cambiamos nuestros métodos de limpieza.

En la clase "Bacterias para la Salud" vimos cómo hacer esto.

En síntesis

Necesidad de superficie recolectora

Precipitación Anual (mm)	Superficie de techo necesaria en m²			
	Sin nada	con clivus	Reciclaje	Klib + Rec.
1.500	67	34	47	20
1.000	100	50	70	30
500	200	100	140	60

Volumen necesario de cisterna

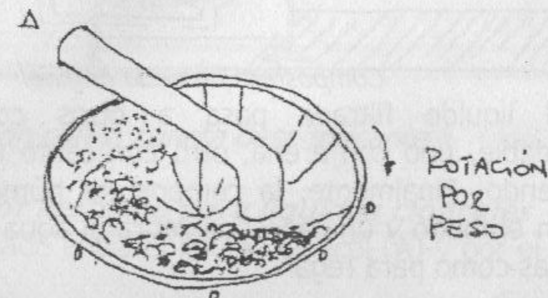
Precipitación anual (mm)	Capacidad de cisterna necesaria en m³			
	Sin nada	con clivus	Reciclaje	Klib + Rec.
1.500	10	5	7	3
1.000	15	7,5	10,5	4,5
500	30	15	21	9

Compostera húmeda

Con esta se usa el inodoro común con transporte hidráulico y sirve para todas las aguas de la casa.

Imagínense un colador de acero inoxidable de 1,40 m de diámetro.

Ese colador está inclinado y, además, montado sobre ruedas sobre un riel de inoxidable, y si lo muevo el colador gira.



Separación del sólido

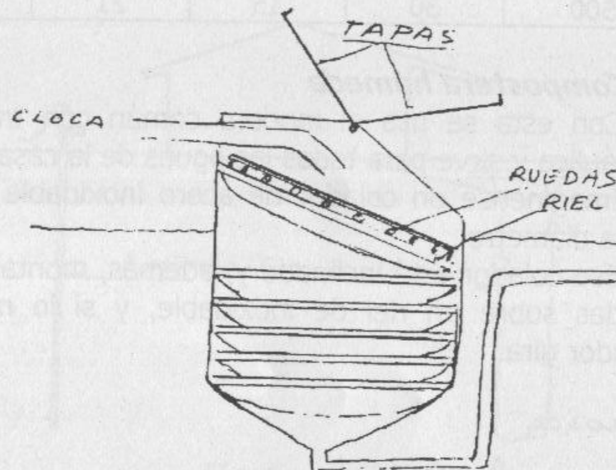
El caño, que es la cloaca de la casa, descarga en el costado del colador y cuando se junta mucho peso va girando, llega un momento, después de varios meses, en que termina de dar toda la vuelta.

Los excrementos que completan la vuelta quedan convertidos en compost y entonces de vez en cuando se retira con una palita.

A las dos semanas de inaugurada se le pone un núcleo de lombrices rojas.

La compostera Sueca

La compostera húmeda original fue inventada por un científico sueco, por eso está hecha toda de acero inoxidable.



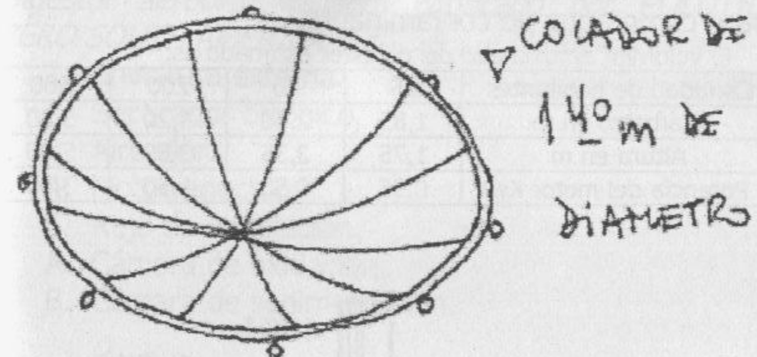
Compostera húmeda original

El líquido filtrado pasa a otros coladores de inoxidable, uno con arena, otro con canto rodado y así siguiendo. Finalmente, la compostera húmeda termina en un embudo y un caño que retira el agua purificada a medias como para regar.

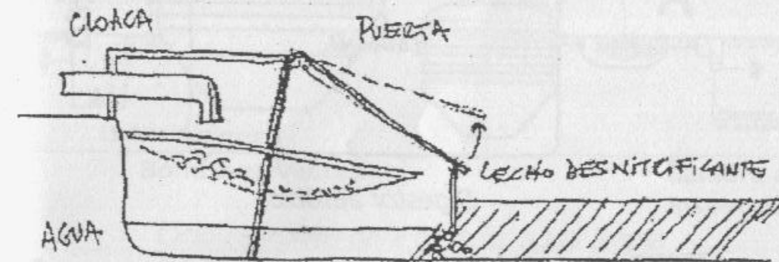
La criolla

Nosotros hemos desarrollado una compostera húmeda de menor costo, como para el presupuesto de los países del Sur.

El colador tiene eje en vez de riel y ruedas de acero inoxidable. Está formado por un armazón de caño de hierro pintado con Epoxi y después, el elemento filtrante, que es una media sombra plástica. Y luego, el agua va a una cuneta desnitrificante



Armazón de caño



Combinación con la cuneta desnitrificante

Digestor aeróbico para líquidos cloacales

Por un lado entra el líquido cloacal (A) y por el otro la salida (B).

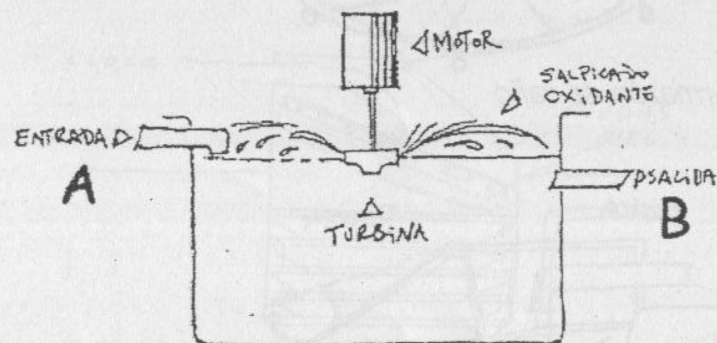
Arriba, al centro hay un motor con una turbina de bomba centrífuga que gira tirando agua en toda dirección. Eso oxigena los líquidos cloacales limpiándolos por la acción de las bacterias aeróbicas. Los líquidos cloacales salen sin olor, con aspecto de agua turbia como la del Río de la Plata. No sé si es posible distinguir una de otra a simple vista: habrá que ver una muestra al lado de la otra.

La desventaja de este sistema es que tiene motor, por lo tanto necesita electricidad. El agua que sale va a

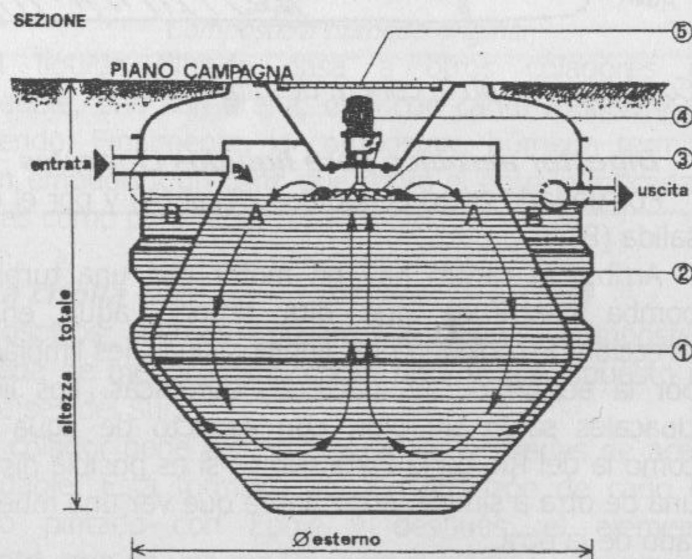
la alcantarilla, al canal de riego, lago, río o a las napas, pero como agua no contaminante.

El volumen aproximado del digestor estimado es:

Cantidad de habitantes	15	40	200	600
Diámetro en m	1,85	2,40	4,20	5,20
Altura en m	1,75	2,35	3,60	5,60
Potencia del motor Kw	0,35	0,50	1,50	3,00



Digestor aeróbico

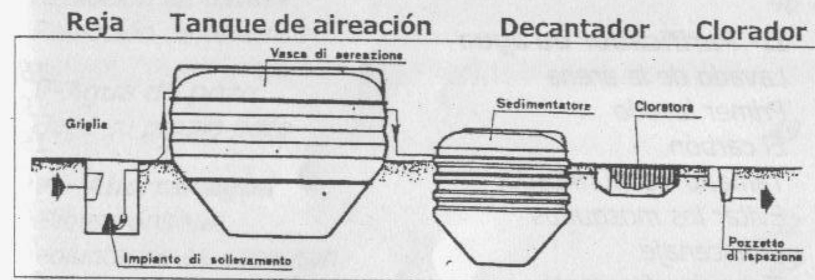


Digestor aeróbico italiano. Fabricado por POLUTION ZERO SOUTH AMERICA S.A 54-1-4372-6165/5936

1. Envoltura externa.
2. Separador bicónico.
3. Aireador.
4. Moto-reductor.
5. Reja de ventilación.

A. Cámara de oxidación.
B. Cámara de sedimentación.

Reja **Tanque de aireación** **Decantador** **Clorador**



Bomba elevadora **Cámara de inspección**

Ciclo completo para obtener agua limpia

ÍNDICE

I-Agua de lluvia
¿Cuánta agua? 3
Reserva de agua 4
Conservación del agua 6
La cisterna 7
Guardar en tanque elevado 7
Captación y tanque elevado 8
Agua para todo uso y agua potable 9
Para separar en primera y segunda lluvia 9
Juntar toda el agua 11

II- Purificador de agua
Lavado de la arena 18
Primer lavado 19
El carbón 19
Tamaño del purificador 20
Evitar los mosquitos 20
Almacenaje 20
Tanque refrescante 21
Tirar la goma 22

III-Agua de superficie
Proceso de depuración de agua 27
Decantación 28
Eliminación de dureza por decantación 29
Precipitación de metales pesados 29
Ensayo de dosificación 30
Los decantadores 30
Algunos valores prácticos de diseño: 33
Filtración 33
Material filtrante 33
Filtro a presión 33
Filtración rápida 34
Control de nivel 35
Filtración lenta 37
Bacterias patógenas del agua 38
Esterilización 39
Por cloro y derivados 39
Por ozono 40

Radiación ultravioleta 41
Bacteriostasis 41
Adsorción 41
Ósmosis inversa 42
Presión osmótica 42
Las membranas 43

IV- Tratamientos biológicos
Remoción de hierro 45
Remoción de manganeso 46
Remoción de nitrato 46
Remoción de arsénico 47

V-Agua de pozo
Haga su propio pozo 49

VI- Ahorrar agua
Clibus continuo 52
Voluntarios se necesitan 53
Que vuelva a la tierra 54
Instrucciones para el baño. 54
La fábrica de amoníaco 55
Modelo Mejicano 56
Sanitario de digestión externa 57
Modelo Vietnamita 58
Referencias de sanitarios secos: 58
Producción de amoníaco. 59

VII- Reciclado de agua
Cuneta desnitrificante 65
Trampa de grasa 66
Cañaveral 67
Cañaveral de depuración 67
El antiguo lecho desnitrificante 68
Necesidad de superficie recolectora 68
Volumen necesario de cisterna 69
Compostera húmeda 69
La compostera Sueca 70
La criolla 70
Digestor aeróbico para líquidos cloacales 71